

TREBALL FI DE GRAU

Grau en Enginyeria de l'Energia

**ANÀLISI COMPARATIVA DE POLÍTIQUES ENERGÈTIQUES
PELS PROSUMIDORS RESIDENCIALS DE LA UNIÓ EUROPEA**



Memòria i Annexos

Autor: Òscar Rovira Torné
Director: Helena Martín Cañadas
Convocatòria: Gener 2020

RESUM

L'autoconsum és una pràctica cada cop més utilitzada pels ciutadans europeus, no només pel fet de contribuir a la transició energètica, sinó també per l'estalvi econòmic que pot suposar. El gran creixement d'aquest fenomen ha portat a l'aparició d'una nova paraula, el *prosumidor*. Com el seu nom vol indicar, fa referència a la persona que produeix i consumeix energia.

Dins les directrius donades per la normativa de la Unió Europea, els països han optat per polítiques molt diferents. Per exemple, el cas espanyol és el més evident, un país que per nivells d'irradiància hauria de ser capdavanter en aquest sector, però que les seves polítiques han frenat l'autoconsum.

En aquest treball es compararan les polítiques energètiques relacionades amb l'autoconsum, tant individual com col·lectiu, d'Espanya i els Països Baixos. I amb el suport de casos pràctics, entendre quins són els factors clau que ajuden a maximitzar l'estalvi del ciutadà.

RESUMEN

El autoconsumo es una práctica cada vez más utilizada por los ciudadanos europeos, no sólo por el hecho de contribuir a la transición energética, sino también por el ahorro económico que supone. El gran crecimiento de este fenómeno ha llevado a la aparición de una nueva palabra, el *prosumidor*. Como su nombre indica, hace referencia a la persona que produce y consume energía.

Dentro de las directrices dadas por la Unión Europea, los países han optado por políticas muy distintas. Por ejemplo, el caso español es el más evidente, un país que por niveles de irradiación debería ser líder en este sector, pero que sus políticas han frenado y desincentivado el autoconsumo.

En este trabajo se compararán las políticas energéticas relacionadas con el autoconsumo, tanto individual como colectivo, de España y de los Países Bajos. Y con la ayuda de casos prácticos, entender cuáles son los factores clave que ayuden a maximizar el ahorro del ciudadano.

ABSTRACT

Self-consumption is a practice that is increasingly used by European citizens, not only for contributing to the energy transition, but also for the economic savings involved. The great growth of this phenomenon has led to the appearance of a new word, the *prosumer*. As the name implies, it refers to the person who produces and consumes energy.

Within the directives given by European Union, countries have opted for different policies. For example, the Spanish case is the most obvious, a country that by irradiance levels should be a leader in this sector, but whose policies have slowed down and discouraged self-consumption.

This work will compare the energy policies related to self-consumption, both individually and collectively, from Spain and the Netherlands. And with the support of practical cases, understand the key factors that help maximize citizen savings.

ÍNDIX

RESUM	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
1. Introducció	6
1.1. Objectius del treball	6
1.2. Abast del treball	6
2. L'autoconsum a Europa	7
2.1. Tipus d'autoconsum	7
2.2. Altres països	7
3. Història de la fotovoltaica a Espanya	9
4. RD 244/2019	11
4.1. Modalitats autoconsum	11
4.1.1. Autoconsum sense excedents	11
4.1.2. Autoconsum amb excedents	11
4.1.2.1. Autoconsum amb excedents acollit a compensació	11
4.1.2.2. Autoconsum amb excedents no acollit a compensació	12
4.1.2. Autoconsum compartit	12
4.1.2.1. Autoconsum col·lectiu sense excedents	12
4.1.2.2. Autoconsum col·lectiu amb o sense excedents acollit a compensació.....	12
4.1.2.3. Autoconsum col·lectiu amb excedents no acollit a compensació.....	12
4.2. Règim econòmic	13
4.2.1. Venta d'energia	13
4.2.2. Compensació simplificada	13
4.2.2.1. Comercialitzadora lliure	13
4.2.2.2. Comercialitzadora de referència	13
4.3. Tramitació	14
4.3.1. Permís d'accés i connexió	14
4.3.2. Contracte d'accés	14
4.3.3. Contracte de subministrament d'energia	14
4.4. Aparells de mesura	15
4.5. Mètodes de connexió	15
4.5.1. Instal·lacions en la mateixa línia interior del consumidor	15
4.5.2. Instal·lacions amb connexió a través de la xarxa	16
4.6. EXEMPLE PRÀCTIC	17

4.6.1. Cas individual	20
4.6.1.1. Tarifes elèctriques	22
4.6.1.2. Comparació i comentari	23
4.6.1.3. Pressupost i temps de retorn	24
4.6.2. Cas col·lectiu	26
4.6.2.1. Tarifes elèctriques	28
4.6.2.2. Comparació i comentari	32
4.6.2.3. Pressupost i temps de retorn	33
5. Països baixos	35
5.1. Introducció	35
5.2. Cas pràctic	36
5.2.1. Cas individual	38
5.2.1.1. Tarifes elèctriques	39
5.2.1.2. Comparació i comentari	40
5.2.1.3. Pressupost i temps de retorn	40
5.2.2. Cas col·lectiu	42
5.2.2.1. Tarifes elèctriques	44
5.2.2.2. Comparació i comentari	48
5.2.2.3. Pressupost i temps de retorn	49
6. Comparació dels casos	50
Conclusions	52
Bibliografia	53
Annexos	55

1. Introducció

1.1. Objectius del treball

El principal objectiu d'aquest treball és analitzar l'estalvi que suposa tenir una instal·lació fotovoltaica per a auto consumir energia. Lligat amb l'objectiu principal, es busca descobrir quina regulació afavoreix més als usuaris i, per tant, facilita el creixement i el desenvolupament de les diferents tecnologies que permetin auto consumir energia. Per a fer-ho, s'intentarà comprendre com cada país regula aquesta activitat. Aquest treball no només es centra en la legislació, sinó que també és molt important la figura de les comercialitzadores, ja que són les encarregades de vendre l'energia als clients finals, i per tant, tenen una gran importància en l'estalvi ja que són les que defineixen el preu, tant fix com variable, que acabaran pagant els usuaris.

1.2. Abast del treball

Aquest treball vol tenir la màxima precisió possible, tot i que hi han aproximacions en el consum, s'intenta que altres factors com principalment el preu, sigui el més versemblant possible, no només per buscar la màxima exactitud possible en el treball, sinó també per desglossar una factura en la qual la majoria dels usuaris desconeixen el que estan pagant, i és molt interessant saber els diferents costos que s'hi inclouen. També es busca el màxim de dades reals possibles en el cost tant de la instal·lació com del manteniment de la mateixa, ja que són preus que definiran el període de retorn, i per tant, la viabilitat de la instal·lació.

Aquest treball s'ha desenvolupat en el context del projecte PECT "PECT Litoral Besòs Territori Sostenible" (001-P-000804), operació GO03-003364 Universitat Politècnica de Catalunya. Talent energètic.



2. L'autoconsum a Europa

Com ja s'ha comentat, la Unió Europea no té una legislació pròpia sobre autoconsum, el que sí que té són certes directrius, per exemple la Directiva d'Eficiència Energètica o la Directiva sobre Energies Renovables, que ajuden a orientar als països. En aquest apartat es mostrarà, de forma molt resumida, les característiques principals d'alguns països de la Unió Europea.

2.1. Tipus d'autoconsum

En primer lloc, cal diferenciar els diferents tipus d'autoconsum, deixant de banda l'autoconsum instantani, és a dir, quan es consumeix l'energia que es genera. Però les grans diferències arriben a l'hora d'enviar excedents a la xarxa, on apareixen les dos formes més populars de retribuir aquesta energia sobrant. Els dos grans tipus són:

- **Balanç net:** L'energia enviada a la xarxa es podrà consumir en qualsevol altre moment en el que la generació no sigui suficient per abastir el consum. Aquest és el cas dels Països Baixos.
- **Venda a la xarxa:** El prosumidor rebrà una compensació econòmica per l'energia sobrant enviada a la xarxa. Aquest és el cas d'Espanya.

2.2. Altres països

En aquest apartat es comentaran les característiques d'altres països de la Unió Europea, ja que el cas d'Espanya i dels Països Baixos es comentaran de forma molt més minuciosa durant el treball.

● Alemanya

A Alemanya s'utilitza un sistema que es basa en la venda a la xarxa dels excedents, el preu d'aquests excedents dependrà del moment en el que la instal·lació entri en funcionament ja que és un valor que es va actualitzant de forma periòdica. També és destacable que aquest pagament dels excedents es garanteix durant vint anys, cosa que aporta molta seguretat als futurs usuaris i en facilita la seva entrada en aquest sector.

● Xipre

Xipre ha sigut un país que ha estat molt conscient de la pobresa dels seus habitants, finançant instal·lacions fotovoltaïques a 900 €/kW fins a una potència instal·lada màxima de 3 kW per a persones que defineixen com a "vulnerables". Juntament amb aquest programa de subvencions, hi ha un programa de balanç net per a sistemes de fins a 5 kW per a habitatges i de 10 a 2000 kW per a indústries i comerços. Aquest programa, sumat a la gran irradiància del país, fa que les instal·lacions tinguin un període de retorn molt reduït, factor que n'afavoreix noves inversions.

En la següent taula, es diferenciarien alguns països de la U.E. segons el tipus d'autoconsum. Els països marcats amb un asterisc són els que tenen regulats els dos tipus d'autoconsum.

Taula 1. Països de la UE segons el tipus d'autoconsum. Font: Elaboració pròpia

Balanç net	Venda a la xarxa
Bèlgica	Alemanya
Dinamarca*	Dinamarca*
Grècia	República Txeca
Itàlia*	Itàlia*
Hongria	Espanya
Països Baixos	França
Xipre	Bulgària
	Polònia
	Portugal
	Eslovàquia
	Regne Unit

3. Història de la fotovoltaica a Espanya

Fa vint anys, l'autoconsum només podia estar present en instal·lacions aïllades de la xarxa, com indicava el RD 1663/2000. També cal comentar que en aquells temps el preu de la llum era més barat que l'actual i en canvi, la tecnologia fotovoltaica no estava tant desenvolupada, i tenia un cost molt superior respecte el seu preu actual.

L'any 2005 el govern espanyol va posar l'objectiu d'aconseguir una potència instal·lada de 400 MW l'any 2010. Era un objectiu bastant difícil de complir ja que les instal·lacions no acostumaven a superar els 5 kW tot i que ja n'existia alguna de 100 kW. L'any 2006 hi havia una potència instal·lada de 60 MW. Per a complir aquest objectiu es va substituir el RD 436/2004, que ja regulava les instal·lacions solars per el RD 661/2007. Aquest nou document mantenia la retribució i millorava alguns aspectes tècnics, sobretot per a les grans instal·lacions. Com a resultat d'aquest Reial Decret, l'any 2008 hi havia 3.353 MW instal·lats.



Il·lustració 1. Potència solar fotovoltaica instal·lada a Espanya. Font: Red Eléctrica Española [4]

A partir d'aquest any, es van començar a fer grans inversions en aquesta tecnologia, la qual cosa va suposar que el preu de la fotovoltaica baixés. Per tant, la retribució que estava pensada per als 400 MW era insostenible, juntament amb la situació de crisi econòmica que travessava el país.

El govern es va veure obligat a regular aquesta situació, amb el RD 1578/2008. Es defineixen diferents tipus d'instal·lacions d'autoconsum, així com les seves respectives primes i un límit de potència anual instal·lada.

Gràcies al RD 1699/2011, més conegut com el decret de l'autoconsum, es va regular la possibilitat de consumir l'energia generada per la nostra instal·lació. Aquest RD es va centrar en les condicions tècniques i administratives, deixant una mica de banda les econòmiques. El mateix document indicava que hauria de sortir un altre text per a especificar aquestes condicions.

El 2013, en la nova llei del sector elèctric, es defineixen les diferents modalitats d'autoconsum. També destaca que l'energia auto consumida de tipus renovable no haurà de pagar cap tipus de peatge. Especifica que l'energia excedentària d'una instal·lació d'autoconsum enviada a la xarxa es tractarà igual que la d'una instal·lació productora, i en cas que l'usuari necessiti energia de la xarxa, la podrà obtenir amb les mateixes condicions que qualsevol altre consumidor.

El RD 900/2015, introdueix els peatges de recolzament. Aquest peatge suposa un pagament per l'energia auto consumida. Amb aquesta reforma es va frenar de forma dràstica la inversió en fotovoltaica ja que feia que els temps de retorn de les inversions no fossin viables. Aquest impost només era per a instal·lacions mixtes, és a dir, que auto consumien energia però que també estaven connectades a la xarxa.

El 5 d'octubre del 2018 el govern va tombar el RD 900/2015, tot això ve donat per una moció de censura al president Mariano Rajoy el 25 de Maig del mateix any. Pedro Sánchez agafaria el relleu nomenant a Teresa Ribera ministra per a la Transició Energètica.

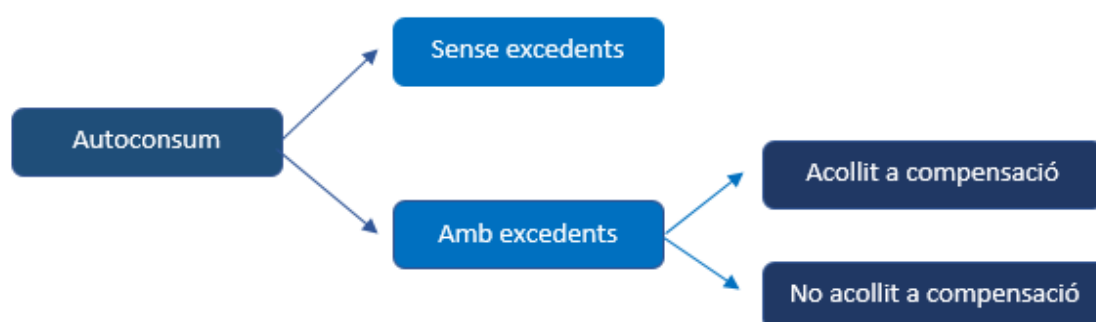
A partir d'aquest moment, es treballa fins a arribar al RD 244/2019, el qual es comentarà de forma exhaustiva en els següents punts, però que d'entrada aposta per l'autoconsum tant individual com col·lectiu, definint-ne les seves condicions administratives, tècniques i econòmiques.

4. RD 244/2019

El Reial Decret 244/2019 ha suposat una gran quantitat de canvis respecte a la normativa anterior, la qual va frenar dràsticament el creixement de l'autoconsum a Espanya amb una sèrie de mesures molt restrictives. En canvi, el RD 244/2019 afavoreix el desenvolupament d'aquesta pràctica. A continuació, es comentaran les principals mesures adoptades per aquest Reial Decret.

4.1. Modalitats autoconsum

En primer lloc, l'Article 4 redefineix les modalitats d'autoconsum quedant-ne únicament dos tipus diferents. El primer és l'autoconsum sense excedents i el segon l'autoconsum amb excedents. Dins d'aquest segon grup podem diferenciar-ne dos grups, el que està acollit a compensació i el que no ho està.



Il·lustració 2. Modalitats d'autoconsum. Font: Elaboració pròpia

4.1.1. Autoconsum sense excedents

Aquesta modalitat ja ve definida a l'Article 9.1.a) de la Llei 24/2013. L'únic subjecte existent en aquesta activitat és el consumidor. Cal destacar que hi ha d'haver un sistema per impedir la injecció d'energia a la xarxa. En l'annex I del nou Reial Decret trobem varis exemples d'aquest sistema en funció del nivell de tensió de la xarxa i de l'aparell de mesura utilitzat.

4.1.2. Autoconsum amb excedents

Aquesta modalitat també ve definida a la Llei 24/2013, però a l'Article 9.1.b). En aquest cas, les unitats generadores associades a les de consum, podran injectar energia a la xarxa. A diferència de la modalitat anterior, el subjecte no és únicament el consumidor sinó que també és productor. Com ja s'ha comentat anteriorment, podem dividir l'autoconsum amb excedents en dos grups.

4.1.2.1. Autoconsum amb excedents acollit a compensació

Per acollir-se a un mecanisme de compensació d'excedents, el consumidor i el productor hauran d'estar d'acord de forma voluntària. A més a més, s'hauran de complir una sèrie de requisits que venen definits en el mateix Article 4.2.a) del RD 244/2019. Destacar que la generació ha de ser d'origen renovable i inferior a 100 kW, i no pot estar sotmesa a cap règim retributiu que no sigui el mecanisme de compensació d'excedents ja esmentat.

4.1.2.2. Autoconsum amb excedents no acollit a compensació

D'aquest grup hi formaran part qualsevol que no hagi complert tots els requisits per obtenir una compensació per excedents o que de forma voluntària, hagi decidit no acollir-se a aquest mecanisme de compensació.

4.1.2. Autoconsum compartit

Un cop esmentades les diferents modalitats d'autoconsum, és important destacar una de les grans novetats del RD 244/2019, l'autoconsum compartit. El RD 244/2019, de 5 d'Abril dicta que "un subjecte consumidor participa en un autoconsum col·lectiu quan pertany a un grup de varis consumidors que s'alimenten, de forma pactada, d'energia elèctrica provinent d'instal·lacions de producció pròximes a les de consum".

Els consumidors que estiguin consumint energia d'una mateixa unitat generadora, es podran acollir a qualsevol model d'autoconsum, la única restricció és que la modalitat escollida haurà de ser la mateixa per a tots els consumidors. Cada model d'autoconsum tindrà una sèrie de requeriments que s'hauran de complir de forma obligatòria.

4.1.2.1. Autoconsum col·lectiu sense excedents

En aquest cas s'haurà d'instal·lar un sistema per a no enviar energia a la xarxa. Tant la titularitat de la instal·lació de generació com del mecanisme per a no enviar energia a la xarxa serà compartida per tots els consumidors. Els consumidors també seran els responsables de possibles infraccions amb el sistema elèctric.

Aquest sistema, tot i que existeix, no és el més recomanat ja que no s'aprofiten els excedents de la instal·lació com sí que passa en els casos que veurem a continuació.

4.1.2.2. Autoconsum col·lectiu amb o sense excedents acollit a compensació

Tot i que a primera vista no sembli molt coherent, les instal·lacions sense excedents acollides a compensació són un cas exclusiu de l'autoconsum compartit. En aquestes instal·lacions, com en el cas anterior, s'haurà d'instal·lar un sistema per evitar enviar energia a la xarxa, però els consumidors es podran acollir a la compensació d'excedents.

De la mateixa forma que en l'autoconsum col·lectiu sense excedents, els consumidors seran els titulars de la instal·lació i del mecanisme per no enviar energia a la xarxa, així com els responsables de possibles faltes amb el sistema elèctric.

4.1.2.3. Autoconsum col·lectiu amb excedents no acollit a compensació

Al contrari que en els dos models d'autoconsum anteriors, el productor serà el titular de la instal·lació de generació. Els excedents associats a la generació es vendran al mercat i es calculen com la diferència entre la generació neta horària i la suma dels consums horaris.

En el cas que la instal·lació generadora es connecti a la xarxa interior d'un consumidor o quan es comparteixin estructures de connexió amb els consumidors associats, seran tant els consumidors com el productor els responsables de possibles infraccions amb el sector elèctric.

Per al repartiment d'energia, el RD 244/2019 de 5 d'Abril, mostra una forma de repartir l'energia entre els diferents consumidors d'una mateixa instal·lació d'autoconsum. Cal comentar que no és un criteri únic ja que els consumidors poden pactar qualsevol altre forma de repartir-s'ho.

El concepte bàsic d'aquest repartiment és el que es coneix com a Energia Neta Individualitzada ($ENG_{h,i}$), i es calcula així:

$$ENG_{h,i} = \beta_i * ENG_h$$

On:

ENG_h = Energia horària neta total produïda per la instal·lació

β_i = Quocient de repartiment de l'energia generada per a cada consumidor

Aquest quocient és el que han d'acordar tots els consumidors i té una sèrie de limitacions:

- Haurà de ser el mateix per a cada consumidor en totes les hores del mes.
- La suma de tots els quocients haurà de ser igual a 1.
- Quan només hi hagi un consumidor, $\beta=1$.

4.2. Règim econòmic

Trobem dos règims econòmics als quals ens podem a acollir, indiferentment de quin sigui l'escollit pel client, s'hauran de pagar els peatges d'accés referents als serveis auxiliars consumits.

4.2.1. Venta d'energia

Tot i que aquest mecanisme és obligatori per als auto consumidors no aollits a compensació d'excedents, les altres modalitats també tenen la possibilitat d'acollir-s'hi. En aquest règim l'energia horària que és excedent tindrà un valor específic ja pactat o el preu horari del *pool*. Cal destacar que per calcular el preu final haurem de tenir en compte el peatge a la generació (0,5€/MWh) i l'Impost sobre el Valor de la Producció d'Energia Elèctrica del 7%.

4.2.2. Compensació simplificada

Aquest règim s'estableix mensualment, i el valor de l'energia horària que excedeix mai podrà ser superior al valor de l'energia que consumeix el client. Aquest mètode el podem dividir segons amb quin tipus de comercialitzadora tenim el contracte.

4.2.2.1. Comercialitzadora lliure

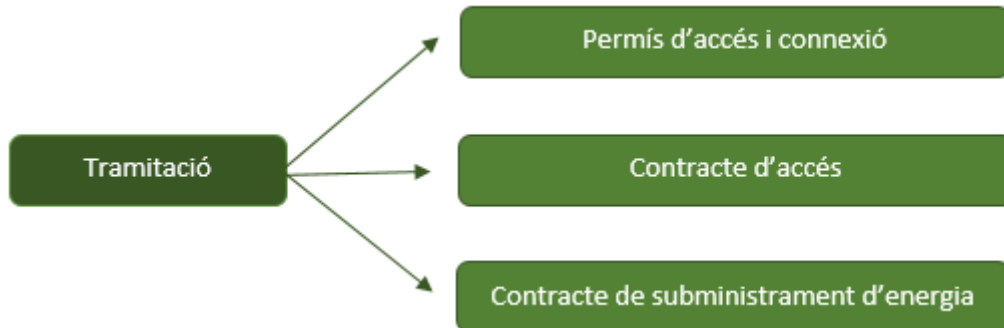
En el cas que tinguem el contracte de subministrament amb comercialitzadora lliure, tant l'energia horària consumida com la excedent tindran un preu pactat entre ambdues parts.

4.2.2.2. Comercialitzadora de referència

Per altra banda, si existeix un contracte de subministrament al preu voluntari per al petit consumidor amb una comercialitzadora de referència l'energia horària consumida tindrà un valor igual al cost horari d'energia del preu voluntari per el petit consumidor. En canvi, l'energia horària excedent s'extraurà del valor mig del preu del mercat diari i interdiari.

4.3. Tramitació

La tramitació és un altre dels aspectes que més ha millorat respecte la legislació anterior, ja que s'ha simplificat de manera significativa el número de permisos a demanar a les diferents institucions, i de forma més destacada es pot veure en instal·lacions de poca potència. A continuació, s'analitzaran els diferents permisos i contractes per a connectar-se a la xarxa.



Il·lustració 3. Resum de la tramitació. Font: Elaboració pròpia

4.3.1. Permís d'accés i connexió

Les úniques instal·lacions que necessiten permís d'accés i connexió seran les instal·lacions d'autoconsum amb excedents d'una potència superior a 15 kW. Això significa que les instal·lacions d'autoconsum sense excedents no necessitaran aquesta documentació sense importar la seva potència. A més a més, en el cas de l'autoconsum col·lectiu, serà necessari que el propietari de l'immoble autoritzi aquesta activitat.

4.3.2. Contracte d'accés

Per als consumidors d'una instal·lació amb una potència inferior a 100 kW, aquest contracte els hi realitzarà la distribuïdora, i aquesta serà l'encarregada de posar-se en contacte amb la comercialitzadora, especificant quina serà la modalitat d'autoconsum a la que acolliran i a partir de quina data serà efectiva. El procés l'iniciarà la Comunitat Autònoma, que tindrà deu dies per a informar a la distribuïdora de la modificació del contracte d'accés. Quan l'empresa distribuïdora tingui la documentació, haurà d'enviar el contracte modificat a la comercialitzadora i al client.

4.3.3. Contracte de subministrament d'energia

El contracte de subministrament d'energia o serveis auxiliars no serà necessari en els casos en que siguin instal·lacions properes de xarxa, la generació sigui renovable i amb una potència instal·lada inferior a 100 kW i quan l'energia consumida provinent d'aquests serveis auxiliars sigui inferior a l'1% de l'energia neta generada per la instal·lació.

Aquest contracte es podrà unificar amb el contracte d'accés quan es tracti d'una xarxa interior, és a dir, la unitat generadora estarà instal·lada dins la xarxa del consumidor i el consumidor i el titular de la instal·lació de producció siguin el mateix subjecte.

4.4. Aparells de mesura

Tots els subjectes que estiguin dins de qualsevol de les modalitats d'autoconsum, hauran de tenir un equip de mesura. Aquest aparell de mesura haurà de ser un únic aparell bidireccional en el punt de frontera o, depenent del cas, un equip de mesura en cada un dels punts de frontera. Només en dos situacions es permetrà situar els dispositius de mesura en una localització diferent en el punt de frontera, garantint sempre l'accés físic a aquests aparells:

- Instal·lar l'equip al punt frontera suposa una inversió superior al 10% respecte la instal·lació en un lloc diferent.
- La façana del punt frontera és una zona protegida.

En els següents casos, es necessitarà un segon aparell de mesura per quantificar la generació neta:

- Autoconsum col·lectiu.
- La unitat generadora sigui una instal·lació pròxima a través de la xarxa.
- El tipus de generació no és renovable, de cogeneració o residus.
- Quan la modalitat és la d'autoconsum amb excedents no acollit a compensació, si no es disposa d'un únic contracte de subministrament.
- Instal·lacions de potència aparent nominal igual o superior a 12 MVA.

Tot i el que s'acaba de comentar, els subjectes acollits a l'autoconsum individual amb excedents que no estiguin acollits a compensació, hauran de tenir un equip de mesura bidireccional per mesurar l'energia neta generada per hora i un altre equip que registri l'energia consumida.

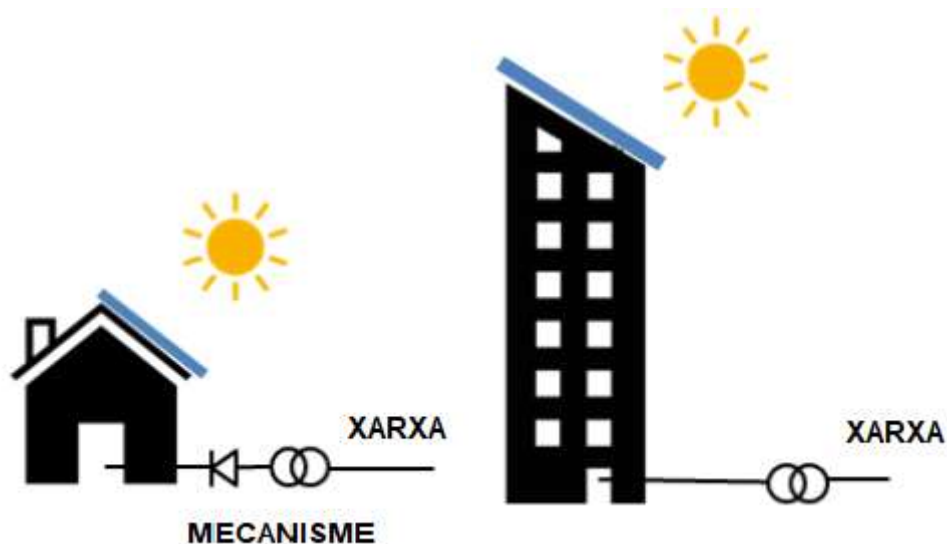
Per finalitzar, no es necessitarà un equip de mesura o proteccions addicionals en el cas de que es vulguin instal·lar bateries o altres sistemes d'emmagatzematge.

4.5. Mètodes de connexió

La connexió entre els consumidors i l'equip de generació podrà ser a través de la xarxa, mitjançant una línia directa o en la mateixa línia interior del consumidor. Si s'efectua una connexió a través de la xarxa, aquesta haurà de ser en baixa tensió i haurà de ser la mateixa xarxa que sortirà del centre de transformació que alimenta al consumidor.

4.5.1. Instal·lacions en la mateixa línia interior del consumidor

Aquest mètode de connexió es podrà utilitzar per a qualsevol modalitat d'autoconsum. Tot i que hi han moltes formes diferents de realitzar aquesta connexió, es pot dividir segons si la modalitat d'autoconsum s'acull a compensació d'excedents o no. La diferència és que quan no ens acollim a la compensació d'excedents, haurem d'instal·lar un sistema contra l'abocament per evitar enviar energia a la xarxa. Quan ens acollim a excedents no caldrà fer aquesta instal·lació.



Il·lustració 4. Connexió amb mecanisme contra l'abocament

Il·lustració 5. Connexió sense mecanisme contra l'abocament

Font de les il·lustracions: IDAE [10]

En aquestes figures es pot apreciar que la diferència entre elles, deixant de banda que una instal·lació és d'autoconsum individual i l'altre d'autoconsum compartit, és l'aparició del mecanisme per evitar l'enviament d'energia a la xarxa que es pot veure en la instal·lació d'un únic consumidor. Com ja s'ha comentat anteriorment, aquest mecanisme s'instal·larà en les instal·lacions que no vulguin vendre els seus excedents.

4.5.2. Instal·lacions amb connexió a través de la xarxa

En aquest cas, les instal·lacions generadores es connectaran a la xarxa del consumidor sempre que compleixin els requisits de l'article 3g) que es mostraran a continuació:

- Estiguin connectades a qualsevol de les xarxes de baixa tensió que derivin del mateix centre de transformació.
- Tant la generació com el consum es trobin connectats en baixa tensió i a una distància entre ells inferior a 500 metres. La distància es mesurarà entre els dos sistemes de mesura en la seva projecció ortogonal.
- Tant la generació com el consum estiguin ubicats en la mateixa referència catastral segons els seus primers 14 números.

4.6. EXEMPLE PRÀCTIC

Per analitzar l'aplicació pràctica d'aquest nou Reial Decret, a continuació es mostraran dos exemples per a fer un càlcul aproximat de l'estalvi que s'aconseguiria si el consumidor es volgués acollir a la modalitat d'autoconsum amb compensació d'excedents.

El funcionament en ambdós exemples serà el mateix, a partir d'uns consums, s'hi afegirà una generació fotovoltaica que prioritzarà reduir el consum a vendre a la xarxa, i en els moments en que l'energia generada superi la consumida, aquests excedents es vendran a la xarxa.

Per a simplificar els càlculs, en els dos exemples es farà els càlculs en un dia de Gener i un dia de Juliol, es farà la mitjana dels dos dies i es suposarà que durant tot el mes i tot l'any, tindrem les mateixes condicions.

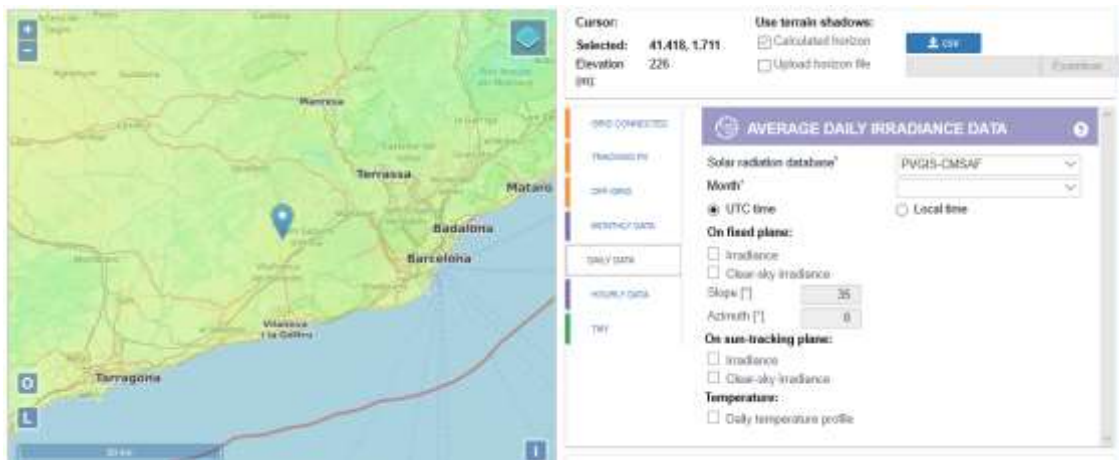
Les tarifes elèctriques s'obtidran de la cooperativa de consum verda SomEnergia, i en tots els exemples es calcularà l'estalvi amb una tarifa sense discriminació horària i una tarifa amb discriminació horària. Les tarifes seran les següents:

TARIFA 2.0A SOM Sense discriminació horària	TARIFA 2.0DHA SOM Amb discriminació horària
Terme de potència (fix) 38,043426 €/kW any 0,104229 €/kW dia	Terme de potència (fix) 38,043426 €/kW any 0,104229 €/kW dia
Terme d'energia 0,139 €/kWh	Terme d'energia ❶ Període Punta (P1) 0,161 €/kWh ❶ Període Vall (P2) 0,082 €/kWh
OPCIONS DE PRODUCCIÓ Compensació <u>Autoproducció</u> 0,056 €/kWh ❶	OPCIONS DE PRODUCCIÓ Compensació <u>Autoproducció</u> 0,056 €/kWh ❶

II-lustració 6. Tarifes SomEnergia. Font: SomEnergia [11]

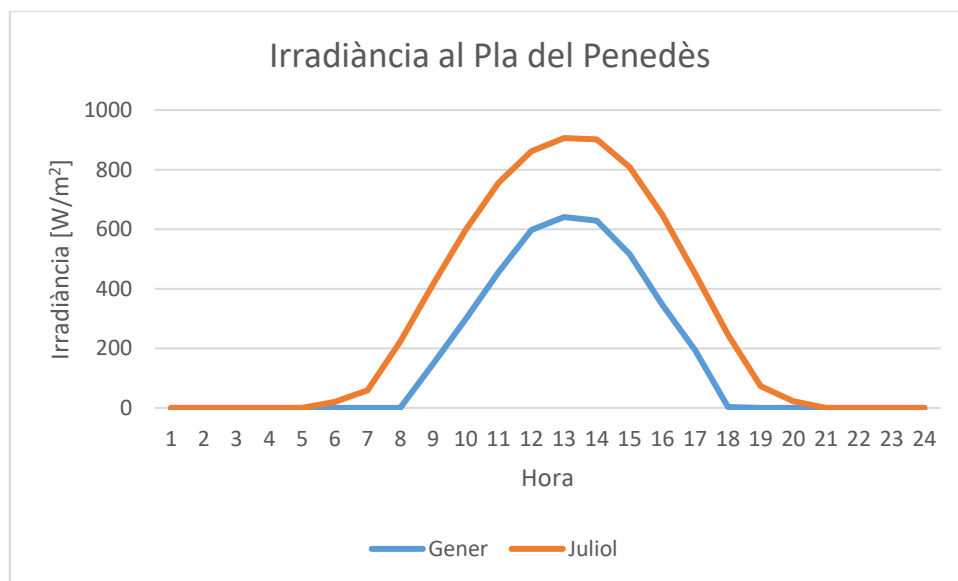
El primer pas comú per a les dues instal·lacions, serà analitzar el recurs solar. La seva localització serà al Pla del Penedès.

I el seu recurs solar s'obindrà de la base de dades PVGIS



Il·lustració 7. Base de dades PVGIS. Font: PVGIS [12]

Utilitzant aquesta eina, s'extraurà la irradiància corresponent al punt sobre el que es treballarà. Cal destacar que aquesta irradiància és amb una inclinació de 35°, que és la mateixa que té la teulada on es faran les instal·lacions.



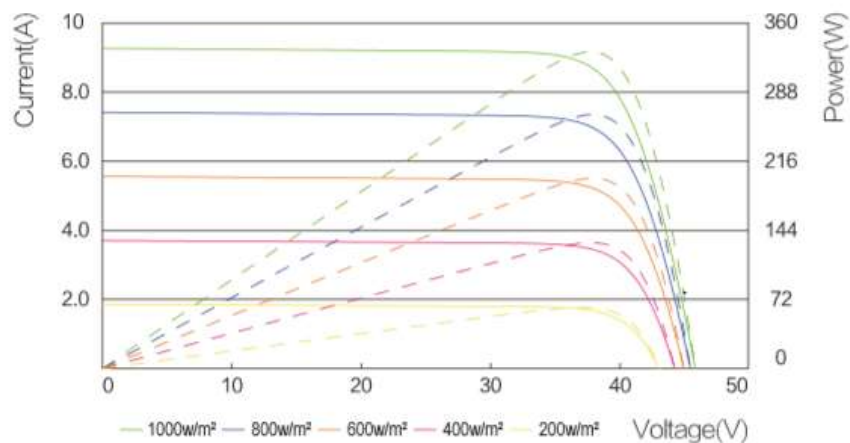
Il·lustració 8. Irradiància al Pla del Penedès. Font: PVGIS [12]

El model de placa solar que s'utilitzarà en aquest treball serà el mateix per a tots els apartats, la TALESUN TP672P de 330 W i 24 V policristal·lí. A continuació es mostraran algunes de les seves especificacions.

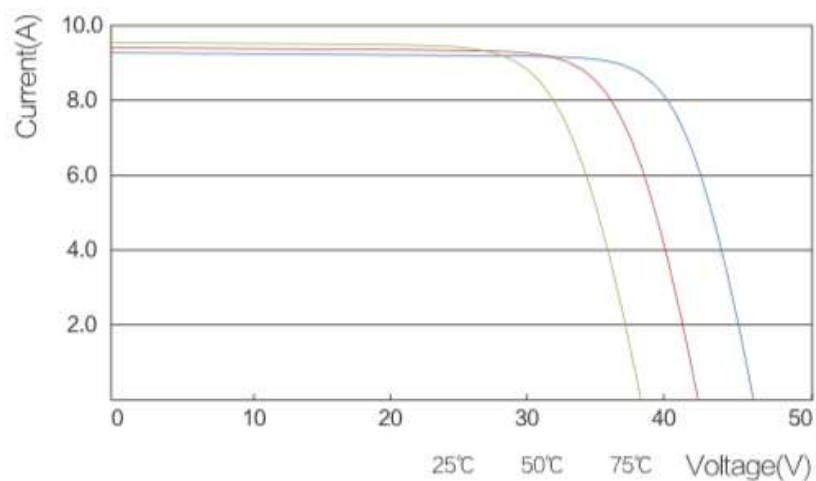
Taula 2. Característiques panell solar. Font: Autosolar [13]

TALESUN TP672P 330W	
Dimensions	1960*992*40mm
V_{mpp}	37,7 V
I_{mpp}	8,76 A
V_{oc}	45,9 V
I_{sc}	9,27 A
Eficiència	17 %

Del panell fotovoltaic, també és important destacar-ne les corbes que relacionen el voltatge i la intensitat variant la irradiància i la temperatura.



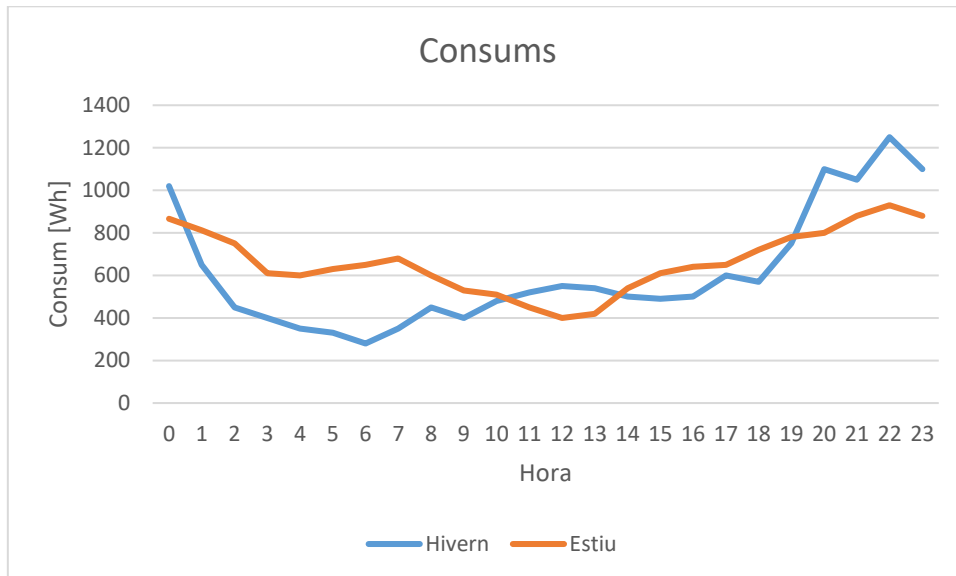
Il·lustració 9. Gràfica V-I-P dependent de la irradiància. Font: Autosolar [13]



Il·lustració 10. Gràfica V-I-P dependent de la temperatura. Font: Autosolar [13]

4.6.1. Cas individual

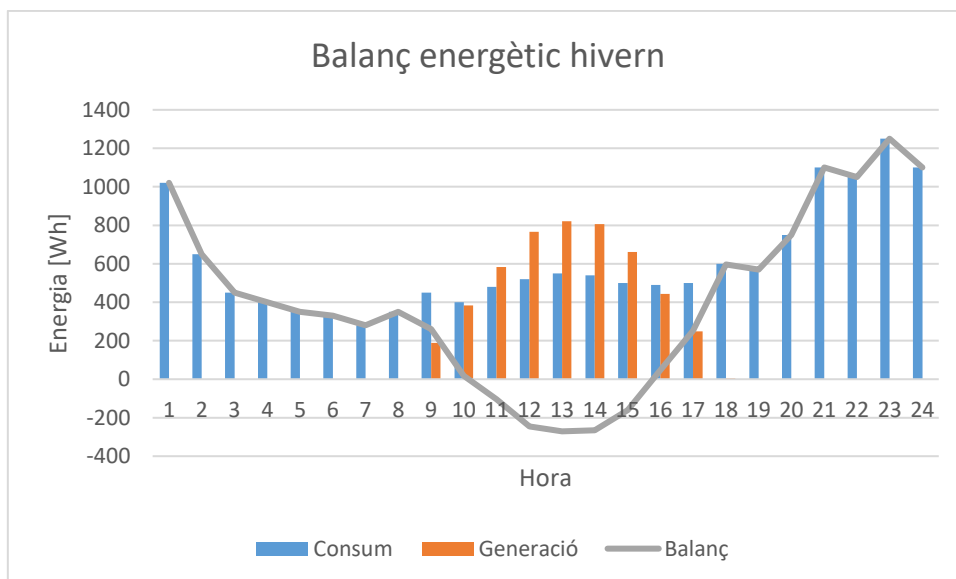
En el primer exemple, s'analitzarà una instal·lació on hi hagi un únic consumidor. El primer pas que es farà serà analitzar els consums i graficar-los.



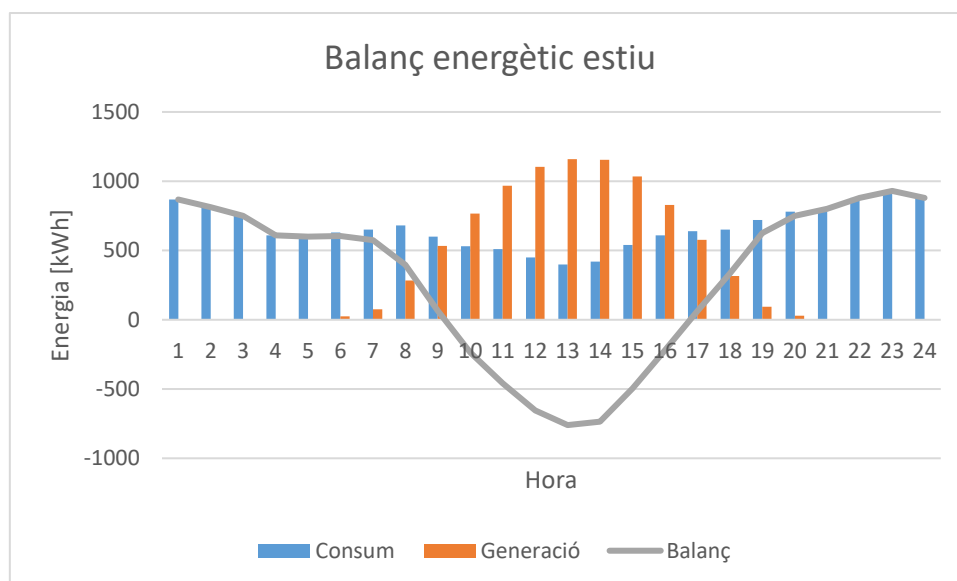
Il·lustració 11. Consums mitjans diaris d'hivern i d'estiu. Font: Elaboració pròpia

Un cop obtinguts els consums, es treballarà per separat amb el cas d'estiu i d'hivern per comparar-lo amb la seva respectiva generació i així conèixer quanta energia necessitem de la xarxa i quanta energia en podem vendre. Finalment es farà una mitjana dels resultats obtinguts en ambdós casos per extreure unes conclusions.

Com s'ha comentat en el paràgraf anterior, el següent pas és efectuar una comparació entre el consum i la generació per a poder fer un balanç, per a conèixer quina serà la generació, cal destacar que s'utilitzaran quatre panells fotovoltaics, els següents gràfics ens ajudaran a entendre millor aquest concepte.



Il·lustració 12. Balanç energètic diari d'hivern. Font: Elaboració pròpia



Il·lustració 13. Balanz energètic diari d'estiu. Font: Elaboració pròpia

En els dos gràfics anteriors es pot veure el balanç energètic en els dos casos, hivern i estiu. La línia gris indica la diferència entre el consum i la generació. Com es pot apreciar quan no hi hagi generació, el balanç serà positiu, això significa que s'haurà de comprar energia de la xarxa. En canvi, a mesura que va augmentant la generació la línia del balanç va disminuint fins a agafar un valor negatiu, la qual cosa significa que hi hauran excedents que es podran vendre a la xarxa.

Com s'ha comentat al principi, es farà un càlcul per a la tarifa sense discriminació horària i un per a la tarifa amb discriminació horària. La tarifa de discriminació horària separa les hores pic (de 12:00 a 23:00), les quals tindran un cost més elevat, de les hores vall (de 23:00 a 12:00).

Per a poder efectuar el càlcul del cost i estalvi mensual, s'utilitzarà la següent taula resum extreta de les dades obtingudes d'efectuar el balanç energètic, però en aquest cas el balanç serà mensual de tal forma que es puguin aprofitar els valors a l'hora de calcular la tarifa elèctrica.

Taula 3. Taula resum balanç energètic mensual. Font: Elaboració pròpia

		HIVERN [kWh]	ESTIU [kWh]	MITJANA [kWh]
SENSE FV	Hores pic	237,00	291,45	219,23
	Hores vall	203,40	172,89	188,15
	Total	440,40	374,34	407,37
AMB FV	Hores pic	168,44	131,53	149,99
	Hores vall	156,23	184,82	170,52
	Total	324,66	316,35	320,51
Excedents FV		31,41	106,78	69,10

4.6.1.1. Tarifes elèctriques

A partir de l'anterior taula resum, ja es podrà efectuar el càlcul de les tarifes energètiques si s'utilitzessin els quatre mòduls fotovoltaics. Per tant, ja només queda veure les diferents tarifes que tindria aquest consumidor.

Taula 4. Tarifes sense discriminació horària. Font: Elaboració pròpia

2.0A SENSE FV			
POTÈNCIA	kW	€/kW/any	€/mes
Peatge d'accés	2,00	38,043	6,34
Marge comercialització	2,00	3,113	0,52
TOTAL TERME FIX			6,86
ENERGIA	kWh	€/kWh	€/mes
Cost energia	407,37	0,139	56,62
Peatge d'accés	407,37	0,044	17,92
TOTAL TERME VARIABLE			74,55
Subtotal			81,41
Impost elèctric (5,11%)	5,11%		4,16
Lloguer comptador	30 dies		0,81
Subtotal			86,38
IVA (21%)	21%		18,14
TOTAL			104,52

2.0A AMB FV			
POTÈNCIA	kW	€/kW/any	€/mes
Peatge d'accés	2,00	38,043	6,34
Marge comercialització	2,00	3,113	0,52
TOTAL TERME FIX			6,86
ENERGIA	kWh	€/kWh	€/mes
Cost energia	320,51	0,139	44,55
Peatge d'accés	320,51	0,044	14,10
Excedents FV	69,10	0,056	3,87
TOTAL TERME VARIABLE			54,78
Subtotal			61,64
Impost elèctric (5,11%)	5,11%		3,15
Lloguer comptador	30 dies		0,81
Subtotal			65,60
IVA (21%)	21%		13,78
TOTAL			79,38

Taula 5. Tarifes amb discriminació horària. Font: Elaboració pròpia

2.0DHA SENSE FV			
POTÈNCIA	kW	€/kW/any	€/mes
Peatge d'accés	2,00	38,043	6,34
Marge comercialització	2,00	3,113	0,52
TOTAL TERME FIX			6,86
ENERGIA	kWh	€/kWh	€/mes
Cost energia pic	219,23	0,161	35,30
Cost energia vall	188,15	0,082	15,43
Peatge d'accés	407,37	0,044	17,92
TOTAL TERME VARIABLE			68,65
Subtotal			75,51
Impost elèctric (5,11%)	5,11%		3,86
Lloguer comptador	30 dies		0,81
Subtotal			80,18
IVA (21%)	21%		16,84
TOTAL			97,01

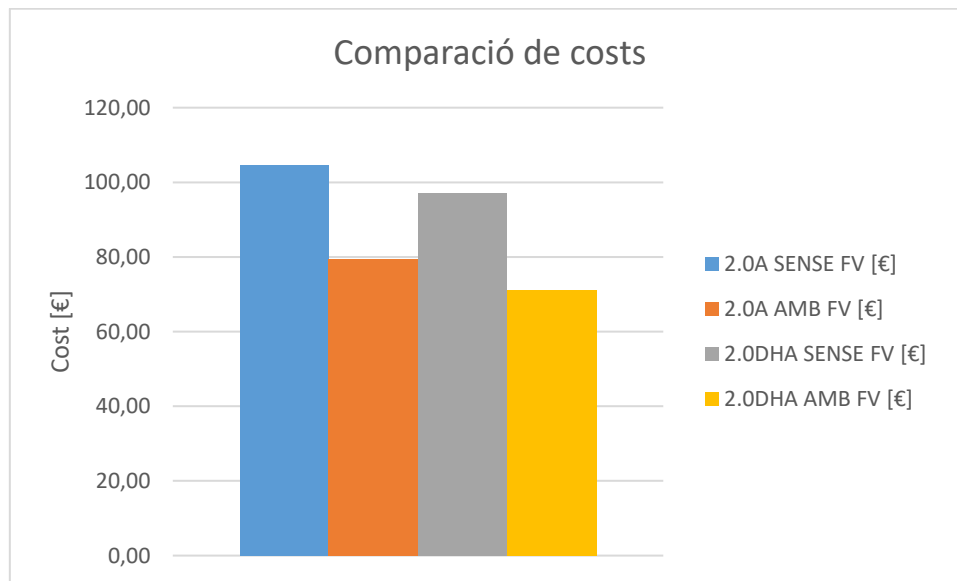
2.0DHA AMB FV			
POTÈNCIA	kW	€/kW/any	€/mes
Peatge d'accés	2,00	38,043	6,34
Marge comercialització	2,00	3,113	0,52
TOTAL TERME FIX			6,86
ENERGIA	kWh	€/kWh	€/mes
Cost energia pic	149,99	0,161	24,15
Cost energia vall	170,52	0,082	13,98
Peatge d'accés	320,51	0,044	14,10
Excedents FV	69,10	0,056	3,87
TOTAL TERME VARIABLE			48,36
Subtotal			55,22
Impost elèctric (5,11%)	5,11%		2,82
Lloguer comptador	30 dies		0,81
Subtotal			58,85
IVA (21%)	21%		12,36
TOTAL			71,21

4.6.1.2. Comparació i comentari

En les següents taules es pot veure els resultats obtinguts en les tarifes anteriors de forma més compacta, així com un gràfic per a facilitar-ne l'anàlisi i poder-ne extreure unes conclusions.

Taula 6. Taules resum costs. Font: Elaboració pròpia

	K0		K0
2.0A SENSE FV [€]	104,52	2.0DHA SENSE FV [€]	97,01
2.0A AMB FV [€]	79,38	2.0DHA AMB FV [€]	71,21
ESTALVI [€]	25,14	ESTALVI [€]	25,80
ESTALVI [%]	24,05	ESTALVI [%]	26,59



Il·lustració 14. Comparació de costs. Font: Elaboració pròpia

En les figures anteriors es pot observar de forma clara que tant utilitzant la tarifa de discriminació horària com no utilitzant-la, l'estalvi serà pràcticament el mateix, però el cost total serà inferior en la factura de discriminació horària.

Això és degut a que el perfil de consum d'aquest exemple no té un gran percentatge del seu consum en les hores pic i això en fa disminuir el preu si discriminem el preu per hores del dia, també és remarcable que l'estalvi sigui pràcticament el mateix en ambdós casos. Això és degut a que hi ha una quantitat de consum en les hores vall considerable, ja que si reduïm el consum en les hores pic gràcies a la generació, només queda aquest consum. Al ser el de les hores vall, pràcticament no varia amb la generació, i dins de la part variable de la factura, és una quantitat pràcticament constant. I tot i que hagi de semblar que l'estalvi amb DH hagi de ser superior ja que l'energia que cobrim amb la generació té un preu superior al preu fix, és important destacar que el preu en les hores vall és inferior quan tenim DH, cosa que fa que quan no tinguem DH el cost de l'energia en les hores vall sigui superior, igualant així la diferència amb l'estalvi de les hores pic

4.6.1.3. Pressupost i temps de retorn

Per a poder realitzar el pressupost, cal conèixer els diferents elements que formaran part de la instal·lació:

L'element més evident és el panell fotovoltaic, que com ja s'ha comentat durant aquest treball serà un panell del fabricant Talesun. Aquest serà policristal·lí, amb una potència nominal de 330W i un voltatge de 24V. Aquest panell destaca per el seu rendiment amb una irradiància baixa i per la seva resistència en condicions climatològiques dolentes.



Il·lustració 15. Panell Talesun 330W 24V.
Font: Autosolar [13]

Com a suport s'utilitzarà una estructura coberta metàl·lica per a 4 panells KH915. Aquesta estructura té la capacitat d'aguantar vents de 30 m/s. També és important comentar que és una estructura molt simple, que està feta per a instal·lar-se amb la mateixa inclinació que la teulada o superfície on s'instal·li. Per tant, en cas de no tenir una superfície amb una instal·lació òptima, caldrà buscar un element que ens permeti modificar aquesta inclinació, la qual cosa molt probablement augmenti el preu.



Il·lustració 16. Suport KH915.
Font: Autosolar [13]

L'inversor utilitzat serà el del fabricant SolarEdge de 2000 VA. Un dels punts destacables d'aquest inversor és que inclou l'optimitzador M2640, que porta inclòs quatre maximitzadors MPPT. La seva configuració permet treure la màxima potència possible de cada panell solar de forma independent. Aquest inversor té un rendiment superior al 95%.



Il·lustració 17. Inversor
SolarEdge 2000 VA. Font:
Autosolar [13]

Un altre element necessari serà un mesurador d'energia, en el nostre cas serà el SolarEdge Energy Meter Modbus. Aquest element serveix per enviar informació a l'inversor, i així aquest pugui fer una gestió òptima de l'energia generada, minimitzant l'ús d'energia de la xarxa.



Il·lustració 18. SolarEdge
Energy Meter Modbus.
Font: Autosolar [13]

Dos elements més de la instal·lació amb la que es treballa són el cablejat i els connectors MC4 per els panells solars.



Il·lustració 19. Cablejat.
Font: Autosolar [13]



Il·lustració 20. Connectors MC4.
Font: Autosolar [13]

Un cop comentats tots els elements de la instal·lació, ja es pot procedir a realitzar el pressupost de la instal·lació, així com a calcular el temps de retorn de la inversió. Els preus dels diferents elements s'obtidran de la pàgina Autosolar [13], és important comentar que aquesta pàgina inclou l'IVA (21%) dins dels preus de cada element.

Taula 7. Pressupost instal·lació individual. Font: Elaboració pròpia

Element	Cost unitari [€]	Unitats	Total [€]
Plaques solars	155,28	4,00	621,12
Suport	102,31	1,00	102,31
Inversor	895,16	1,00	895,16
Energy meter	248,05	1,00	248,05
Connectors MC4	6,78	4,00	27,12
Cablejat	1,20	40,00	48,00
Transport i instal·lació	955,00	1,00	955,00
Enginyeria	10,00 €/h	16,00	160,00
TOTAL			3056,76

I el període de retorn de la inversió serà de:

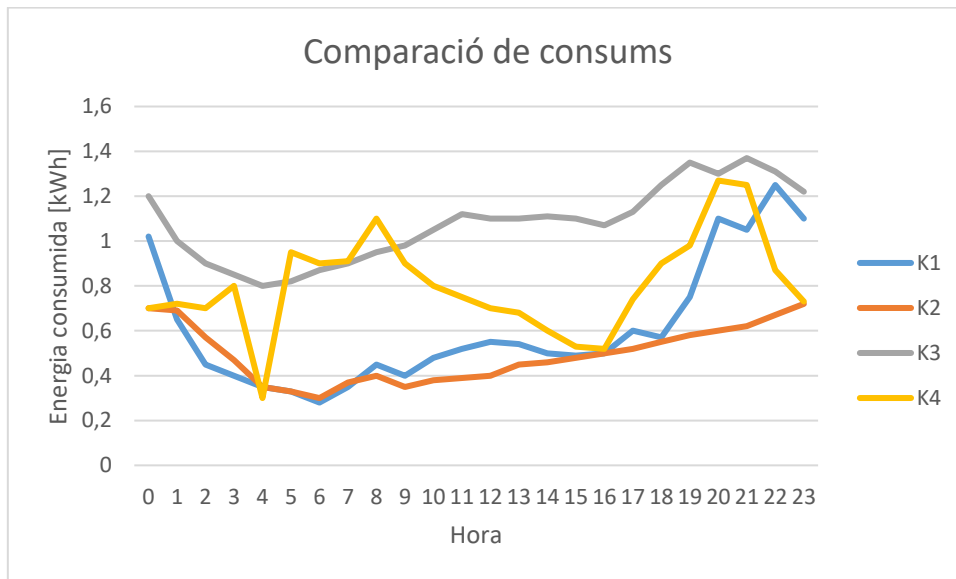
$$\text{Període retorn} = \frac{\text{Inversió} + \text{Cost manteniment}}{12 * \text{Estalvi mensual}} = \frac{3056,76 + 75 * 20}{12 * 25,80} = 14,71 \text{ anys}$$

Com es pot veure aquesta instal·lació té un període de retorn estàndard però elevat dins de les instal·lacions fotovoltaïques, cal destacar el cost de transport i instal·lació, ja que és un valor que suposa aproximadament el 30% del preu total i molts cops és un element que no es té present i afecta de forma evident al preu total de la instal·lació. També és important el cost de manteniment, ja que és un valor que en molts estudis no es té en compte i en aquest cas, com que l'estalvi mensual no és molt elevat, suposa una quantitat important de diners que endarrerix el període de retorn en quasi cinc anys. Un altre dels costs que no es té en compte és el del recanvi d'alguna peça, ja que és molt difícil que tingui una vida útil de vint anys, la qual cosa encara endarreriria més el temps de retorn.

4.6.2. Cas col·lectiu

En el cas col·lectiu, la unitat generadora serà la mateixa per a tots els consumidors, que en aquest cas serà un sistema fotovoltaic de vint plaques del mateix model que en el cas individual. El total d'usuaris d'aquest sistema serà de quatre, però cada consumidor tindrà una β particular que serà l'element que diferenciarà l'energia que rebran de la instal·lació fotovoltaica. Tot i que l'IDAE proposa dividir la potència contractada de l'usuari entre la suma de la potència contractada de tots els consumidors, en el nostre cas s'ha decidit comparar els consums diaris. Això és degut a que s'ha suposat una potència contractada de 2 kW per a tots els clients ja que els seus consums màxims són bastant semblants.

Ja que el funcionament serà exactament el mateix que en el cas individual simplement modificant la generació, en el següent gràfic es mostrarà únicament el consum mig anual de cada client.



Il·lustració 21. Comparació de consums. Font: Elaboració pròpia

Un cop vists els consums, simplement caldrà efectuar el càlcul de β per a definir la generació de cada usuari. Com ja s'ha comentat, s'utilitzarà la següent equació:

$$\beta = \frac{\text{Energia_consumida}_{d,i}}{\text{Energia_consumida}_d}$$

Obtenint així els següents resultats:

Taula 8. β per a cada usuari. Font: Elaboració pròpia

	E diària [kWh]	β
K1	14,68	0,20
K2	11,85	0,17
K3	25,85	0,36
K4	19,30	0,27
TOTAL	71,68	1,00

Així, el següent pas és mostrar les taules resum que mostren els resultats de la simulació del balanç energètic mensual per a cada client de forma individualitzada:

Taula 9. Taula resum balanç energètic K0. Font: Elaboració pròpia

K1				
		HIVERN [kWh]	ESTIU [kWh]	MITJANA [kWh]
SENSE FV	Hores pic	237,00	201,45	219,23
	Hores vall	203,40	172,89	188,15
	Total	440,40	374,34	407,37
AMB FV	Hores pic	168,44	131,53	149,99
	Hores vall	156,23	184,82	170,52
	Total	324,66	316,36	320,51
Excedents FV		31,41	106,78	69,10

Taula 10. Taula resum balanç energètic K1. Font: Elaboració pròpia

K2				
		HIVERN [kWh]	ESTIU [kWh]	MITJANA [kWh]
SENSE FV	Hores pic	174,90	148,67	161,78
	Hores vall	180,60	153,51	167,06
	Total	355,50	302,18	328,84
AMB FV	Hores pic	117,87	79,10	98,48
	Hores vall	142,90	104,92	123,91
	Total	260,77	184,02	222,40
Excedents FV		30,35	110,15	70,25

Taula 11. Taula resum balanç energètic K2. Font: Elaboració pròpia

K3				
		HIVERN [kWh]	ESTIU [kWh]	MITJANA [kWh]
SENSE FV	Hores pic	395,70	336,35	366,02
	Hores vall	379,80	322,83	351,32
	Total	775,50	659,18	717,34
AMB FV	Hores pic	258,85	172,95	215,90
	Hores vall	283,79	197,46	240,63
	Total	542,64	370,42	456,53
Excedents FV		32,00	194,71	113,36

Taula 12. Taula resum balanç energètic K3. Font: Elaboració pròpia

K4				
		HIVERN [kWh]	ESTIU [kWh]	MITJANA [kWh]
SENSE FV	Hores pic	271,20	230,52	250,86
	Hores vall	307,80	261,63	284,72
	Total	579,00	492,15	535,58
AMB FV	Hores pic	185,68	135,52	160,60
	Hores vall	238,46	161,97	200,22
	Total	424,15	297,48	360,81
Excedents FV		43,80	167,93	105,87

4.6.2.1. Tarifes elèctriques

Un cop realitzada la simulació, es procedeix a calcular les diferents tarifes així com l'estalvi mensual que suposaria una instal·lació fotovoltaica de 20 mòduls.

K1

Taula 13. Tarifes sense discriminació horària K1. Font: Elaboració pròpia

2.0A SENSE FV			
POTÈNCIA	kW	€/kW/any	€/mes
Peatge d'accés	2,00	38,04	6,34
Marge comercialització	2,00	3,11	0,52
TOTAL TERME FIX			6,86
ENERGIA	kWh	€/kWh	€/mes
Cost energia	407,37	0,14	56,62
Peatge d'accés	407,37	0,04	17,92
TOTAL TERME VARIABLE			74,55
Subtotal			81,41
Impost elèctric (5,11%)	0,0511		4,16
Lloguer comptador	30 dies		0,81
Subtotal			86,38
IVA (21%)	0,21		18,14
TOTAL			104,52

2.0A AMB FV			
POTÈNCIA	kW	€/kW/any	€/mes
Peatge d'accés	2,00	38,04	6,34
Marge comercialització	2,00	3,11	0,52
TOTAL TERME FIX			6,86
ENERGIA	kWh	€/kWh	€/mes
Cost energia	320,51	0,14	44,55
Peatge d'accés	320,51	0,04	14,10
Excedents FV	69,10	0,06	3,87
TOTAL TERME VARIABLE			54,78
Subtotal			61,64
Impost elèctric (5,11%)	0,0511		3,15
Lloguer comptador	30 dies		0,81
Subtotal			65,60
IVA (21%)	0,21		13,78
TOTAL			79,38

Taula 14. Tarifes amb discriminació horària K1. Font: Elaboració pròpia

2.0DHA SENSE FV			
POTÈNCIA	kW	€/kW/any	€/mes
Peatge d'accés	2,00	38,04	6,34
Marge comercialització	2,00	3,11	0,52
TOTAL TERME FIX			6,86
ENERGIA	kWh	€/kWh	€/mes
Cost energia pic	219,23	0,16	35,30
Cost energia vall	188,15	0,08	15,43
Peatge d'accés	407,37	0,04	17,92
TOTAL TERME VARIABLE			68,65
Subtotal			75,51
Impost elèctric (5,11%)	0,0511		3,86
Lloguer comptador	30 dies		0,81
Subtotal			80,18
IVA (21%)	0,21		16,84
TOTAL			97,01

2.0DHA AMB FV			
POTÈNCIA	kW	€/kW/any	€/mes
Peatge d'accés	2,00	38,04	6,34
Marge comercialització	2,00	3,11	0,52
TOTAL TERME FIX			6,86
ENERGIA	kWh	€/kWh	€/mes
Cost energia pic	149,99	0,16	24,15
Cost energia vall	170,52	0,08	13,98
Peatge d'accés	320,51	0,04	14,10
Excedents FV	69,10	0,06	3,87
TOTAL TERME VARIABLE			48,36
Subtotal			55,22
Impost elèctric (5,11%)	0,0511		2,82
Lloguer comptador	30 dies		0,81
Subtotal			58,85
IVA (21%)	0,21		12,36
TOTAL			71,21

K2

Taula 15. Tarifes sense discriminació horària K2. Font: Elaboració pròpia

2.0A SENSE FV			
POTÈNCIA	kW	€/kW/any	€/mes
Peatge d'accés	2,00	38,04	6,34
Marge comercialització	2,00	3,11	0,52
TOTAL TERME FIX			6,86
ENERGIA	kWh	€/kWh	€/mes
Cost energia	328,84	0,14	45,71
Peatge d'accés	328,84	0,04	14,47
TOTAL TERME VARIABLE			60,18
Subtotal			67,04
Impost elèctric (5,11%)	0,0511		3,43
Lloguer comptador	30 dies		0,81
Subtotal			71,27
IVA (21%)	0,21		14,97
TOTAL			86,24

2.0A AMB FV			
POTÈNCIA	kW	€/kW/any	€/mes
Peatge d'accés	2,00	38,04	6,34
Marge comercialització	2,00	3,11	0,52
TOTAL TERME FIX			6,86
ENERGIA	kWh	€/kWh	€/mes
Cost energia	222,40	0,14	30,91
Peatge d'accés	222,40	0,04	9,79
Excedents FV	70,25	0,06	3,93
TOTAL TERME VARIABLE			36,76
Subtotal			43,62
Impost elèctric (5,11%)	0,0511		2,23
Lloguer comptador	30 dies		0,81
Subtotal			46,66
IVA (21%)	0,21		9,80
TOTAL			56,46

Taula 16. Tarifes amb discriminació horària K2. Font: Elaboració pròpia

2.0DHA SENSE FV			
POTÈNCIA	kW	€/kW/any	€/mes
Peatge d'accés	2,00	38,04	6,34
Marge comercialització	2,00	3,11	0,52
TOTAL TERME FIX			6,86
ENERGIA	kWh	€/kWh	€/mes
Cost energia pic	161,78	0,16	26,05
Cost energia vall	167,06	0,08	13,70
Peatge d'accés	328,84	0,04	14,47
TOTAL TERME VARIABLE			54,21
Subtotal			61,07
Impost elèctric (5,11%)	0,0511		3,12
Lloguer comptador	30 dies		0,81
Subtotal			65,00
IVA (21%)	0,21		13,65
TOTAL			78,66

2.0DHA AMB FV			
POTÈNCIA	kW	€/kW/any	€/mes
Peatge d'accés	2,00	38,04	6,34
Marge comercialització	2,00	3,11	0,52
TOTAL TERME FIX			6,86
ENERGIA	kWh	€/kWh	€/mes
Cost energia pic	98,48	0,16	15,86
Cost energia vall	123,91	0,08	10,16
Peatge d'accés	222,40	0,04	9,79
Excedents FV	70,25	0,06	3,93
TOTAL TERME VARIABLE			31,87
Subtotal			38,73
Impost elèctric (5,11%)	0,0511		1,98
Lloguer comptador	30 dies		0,81
Subtotal			41,52
IVA (21%)	0,21		8,72
TOTAL			50,23

K3

Taula 17. Tarifes sense discriminació horària K3. Font: Elaboració pròpia

2.0A SENSE FV			
POTÈNCIA	kW	€/kW/any	€/mes
Peatge d'accés	2,00	38,04	6,34
Marge comercialització	2,00	3,11	0,52
TOTAL TERME FIX			6,86
ENERGIA	kWh	€/kWh	€/mes
Cost energia	717,34	0,14	99,71
Peatge d'accés	717,34	0,04	31,56
TOTAL TERME VARIABLE			131,27
Subtotal			138,13
Impost elèctric (5,11%)		0,0511	7,06
Lloguer comptador		30 dies	0,81
Subtotal			146,00
IVA (21%)		0,21	30,66
TOTAL			176,66

2.0A AMB FV			
POTÈNCIA	kW	€/kW/any	€/mes
Peatge d'accés	2,00	38,04	6,34
Marge comercialització	2,00	3,11	0,52
TOTAL TERME FIX			6,86
ENERGIA	kWh	€/kWh	€/mes
Cost energia	456,53	0,14	63,46
Peatge d'accés	456,53	0,04	20,09
Excedents FV	113,36	0,06	6,35
TOTAL TERME VARIABLE			77,20
Subtotal			84,06
Impost elèctric (5,11%)		0,0511	4,30
Lloguer comptador		30 dies	0,81
Subtotal			89,16
IVA (21%)		0,21	18,72
TOTAL			107,88

Taula 18. Tarifes amb discriminació horària K3. Font: Elaboració pròpia

2.0DHA SENSE FV			
POTÈNCIA	kW	€/kW/any	€/mes
Peatge d'accés	2,00	38,04	6,34
Marge comercialització	2,00	3,11	0,52
TOTAL TERME FIX			6,86
ENERGIA	kWh	€/kWh	€/mes
Cost energia pic	366,02	0,16	58,93
Cost energia vall	351,32	0,08	28,81
Peatge d'accés	717,34	0,04	31,56
TOTAL TERME VARIABLE			119,30
Subtotal			126,16
Impost elèctric (5,11%)		0,0511	6,45
Lloguer comptador		30 dies	0,81
Subtotal			133,42
IVA (21%)		0,21	28,02
TOTAL			161,43

2.0DHA AMB FV			
POTÈNCIA	kW	€/kW/any	€/mes
Peatge d'accés	2,00	38,04	6,34
Marge comercialització	2,00	3,11	0,52
TOTAL TERME FIX			6,86
ENERGIA	kWh	€/kWh	€/mes
Cost energia pic	215,90	0,16	34,76
Cost energia vall	240,63	0,08	19,73
Peatge d'accés	456,53	0,04	20,09
Excedents FV	113,36	0,06	6,35
TOTAL TERME VARIABLE			68,23
Subtotal			75,09
Impost elèctric (5,11%)		0,0511	3,84
Lloguer comptador		30 dies	0,81
Subtotal			79,74
IVA (21%)		0,21	16,74
TOTAL			96,48

K4

Taula 19. Tarifes sense discriminació horària K4. Font: Elaboració pròpia

2.0A SENSE FV			
POTÈNCIA	kW	€/kW/any	€/mes
Peatge d'accés	2,00	38,04	6,34
Marge comercialització	2,00	3,11	0,52
TOTAL TERME FIX			6,86
ENERGIA	kWh	€/kWh	€/mes
Cost energia	535,58	0,14	74,44
Peatge d'accés	535,58	0,04	23,57
TOTAL TERME VARIABLE			98,01
Subtotal			104,87
Impost elèctric (5,11%)	0,0511		5,36
Lloguer comptador	30 dies		0,81
Subtotal			111,04
IVA (21%)	0,21		23,32
TOTAL			134,36

2.0A AMB FV			
POTÈNCIA	kW	€/kW/any	€/mes
Peatge d'accés	2,00	38,04	6,34
Marge comercialització	2,00	3,11	0,52
TOTAL TERME FIX			6,86
ENERGIA	kWh	€/kWh	€/mes
Cost energia	360,81	0,14	50,15
Peatge d'accés	360,81	0,04	15,88
Excedents FV	105,87	0,06	5,93
TOTAL TERME VARIABLE			60,10
Subtotal			66,96
Impost elèctric (5,11%)	0,0511		3,42
Lloguer comptador	30 dies		0,81
Subtotal			71,19
IVA (21%)	0,21		14,95
TOTAL			86,14

Taula 20. Tarifes amb discriminació horària K4. Font: Elaboració pròpia

2.0DHA SENSE FV			
POTÈNCIA	kW	€/kW/any	€/mes
Peatge d'accés	2,00	38,04	6,34
Marge comercialització	2,00	3,11	0,52
TOTAL TERME FIX			6,86
ENERGIA	kWh	€/kWh	€/mes
Cost energia pic	250,86	0,16	40,39
Cost energia vall	284,72	0,08	23,35
Peatge d'accés	535,58	0,04	23,57
TOTAL TERME VARIABLE			87,30
Subtotal			94,16
Lloguer comptador	0,0511		4,81
Lloguer comptador	30 dies		0,81
Subtotal			99,78
IVA (21%)	0,21		20,95
TOTAL			120,74

2.0DHA AMB FV			
POTÈNCIA	kW	€/kW/any	€/mes
Peatge d'accés	2,00	38,04	6,34
Marge comercialització	2,00	3,11	0,52
TOTAL TERME FIX			6,86
ENERGIA	kWh	€/kWh	€/mes
Cost energia pic	160,60	0,16	25,86
Cost energia vall	200,22	0,08	16,42
Peatge d'accés	360,81	0,04	15,88
Excedents FV	105,87	0,06	5,93
TOTAL TERME VARIABLE			52,22
Subtotal			59,08
Impost elèctric (5,11%)	0,0511		3,02
Lloguer comptador	30 dies		0,81
Subtotal			62,91
IVA (21%)	0,21		13,21
TOTAL			76,12

4.6.2.2. Comparació i comentari

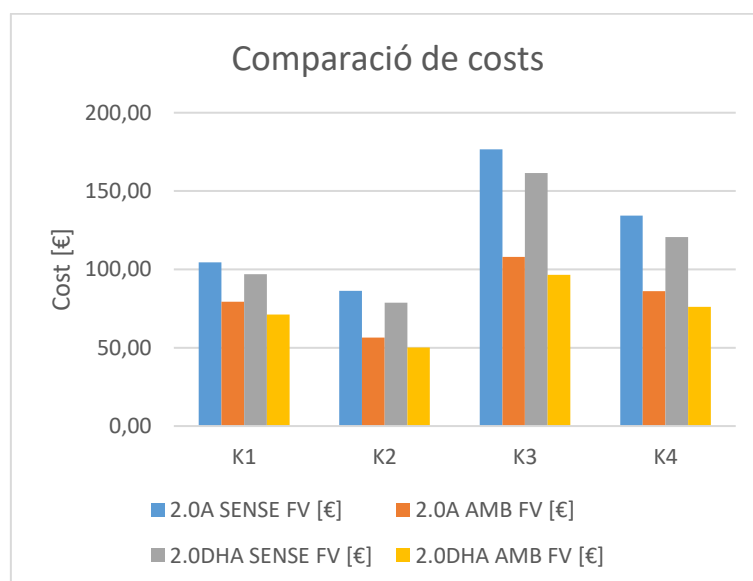
En aquest apartat es mostraran els resultats obtinguts en les tarifes anteriors d'una forma més compacta per a que sigui més fàcil comparar els diferents clients entre ells, per a posteriorment poder comentar-los i extreure'n unes conclusions.

Taula 21. Taula resum estalvis sense discriminació horària. Font: Elaboració pròpia

	K1	K2	K3	K4	MITJANA	TOTAL
2.0A SENSE FV [€]	104,52	86,24	176,66	134,36	125,44	501,77
2.0A AMB FV [€]	79,38	56,46	107,88	86,14	82,47	329,87
DIFERÈNCIA [€]	25,14	29,78	68,78	48,21	42,98	171,91
ESTALVI [%]	24,05	34,53	38,93	35,89	33,35	

Taula 22. Taula resum estalvis amb discriminació horària. Font: Elaboració pròpia

	K1	K2	K3	K4	MITJANA	TOTAL
2.0DHA SENSE FV [€]	97,01	78,66	161,43	120,74	114,46	457,84
2.0DHA AMB FV [€]	71,21	50,23	96,48	76,12	73,51	294,05
DIFERÈNCIA [€]	25,80	28,42	64,95	44,61	40,95	163,78
ESTALVI [%]	26,59	36,13	40,23	36,95	34,98	



Il·lustració 22. Comparació de costos. Font: Elaboració pròpia

Com era previsible, quant més alt sigui el cost més gran serà l'estalvi, ja que rebrà un percentatge d'energia generada més alta. Això és degut a l'equació que s'ha utilitzat per al càlcul de β anava en funció del consum total, això es tradueix al que veiem en les figures anteriors, les quals ens mostren que quant més alt és el cost, la generació i per tant l'estalvi, serà més elevat.

També és destacable que en el gràfic de comparació de costos, tots els consums segueixen un patró bastant semblant, en que les tarifes de discriminació horària suposen un estalvi respecte

les que no discriminen el preu segons l'hora del dia. Per a entendre-ho cal fixar-se en els consums de cada client, on el consum entre les hores pic i les hores vall és bastant semblant en tots els casos (queda detallat en les taules resum). I això és el que marcarà el preu de les seves respectives tarifes.

És molt destacable que l'estalvi mig de cada usuari és de 40,95 €/mes, mentre que en el cas individual l'estalvi era de 25,80 €/mes. Això, principalment és degut a la relació de panells per usuari. El client únic té 4 plaques, en canvi, en el cas col·lectiu per a cada usuari li pertocarien 5 plaques si es fes un repartiment igualitari. En petites instal·lacions cada panell de més suposa un estalvi considerable com es pot apreciar.

4.6.2.3. Pressupost i temps de retorn

Per al cas col·lectiu, l'únic element que s'ha modificat respecte al cas individual han sigut els suports, ja que al parlar d'un nombre més gran de plaques, serà molt complicat trobar una superfície amb inclinació òptima per a tots els panells, i normalment, els blocs de pisos on es farien aquestes instal·lacions, tenen una teulada plana. Per això s'ha decidit utilitzar un suport individual com el de la il·lustració. Aquest suport tindrà una inclinació igual a 35º, per tant, la irradiància serà la mateixa que la mostrada en el cas individual.



Il·lustració 23. Suport individual.
Font: Autosolar [13]

En la següent taula es mostra el pressupost necessari per a dur a terme la instal·lació del cas que s'acaba de comentar.

Taula 23. Pressupost instal·lació col·lectiva. Font: Elaboració pròpia

Element	Cost unitari [€]	Unitats	Total [€]
Plaques solars	155,28	20,00	3105,60
Suports	105,60	20,00	2112,00
Inversor	895,16	5,00	4475,80
Energy meter	248,05	5,00	1240,25
Conectors MC4	6,78	20,00	135,60
Cablejat	1,20	200,00	240,00
Transport i instal·lació	1625,00	1,00	1625,00
Enginyers	10,00 €/h	40,00	400,00
TOTAL			13334,25

I es calcularà el període de retorn amb la fórmula següent:

$$\text{Període retorn} = \frac{\text{Inversió} + \text{Cost manteniment}}{12 * \text{Estalvi mensual}} = \frac{13334,25 + 150 * 20}{12 * 163,78} = \mathbf{8,31 \text{ anys}}$$

Com ja s'ha comentat, que la relació panell per cada usuari sigui superior en aquest cas fa que augmenti l'estalvi, i per tant, disminuir el període de retorn de forma considerable.

És molt important comentar aquest fet ja que a simple vista sembla que l'autoconsum col·lectiu sigui molt més rentable que l'individual, però hi ha molts més elements que hi influeixen que simplement la quantitat de clients de la instal·lació. És destacable que a l'haver-hi un estalvi molt més elevat, el cost del manteniment no afecta tant al període de retorn com en el cas individual. Com en el cas individual, es suposa una vida útil de tota la instal·lació de 20 anys.

5. Països baixos

5.1. Introducció

Els Països Baixos és un país molt interessant per a dur a terme una comparació amb Espanya ja que hi ha dues diferències molt remarcables. La primera és el mètode de compensació, ja que mentre que a Espanya es compensen els excedents, als Països Baixos s'ha aplicat el balanç net. El balanç net significa que no es compensen els excedents directament, sinó que el total de kWh que s'envien a la xarxa és resten dels kWh consumits de la mateixa xarxa, i aquesta diferència és la que s'acaba pagant a la comercialitzadora, dit d'una altra manera, els excedents es paguen al mateix. El segon fet remarcable que separa els Països Baixos i Espanya, és que aquesta diferència entre generació i consum es fa de forma anual.

Des del 2011 existeix la llei que permet i regula el balanç net, també hi havia un límit de 5.000 kWh que es podien vendre a la xarxa, però a partir del 2014 aquesta quantitat va passar a ser il·limitada. També existeix la possibilitat que l'energia generada superi la consumida, en aquest cas, l'energia excedent es pagaria a un preu aproximadament tres cops inferior al preu de mercat, per tant, no és rentable sobredimensionar la instal·lació per a vendre excedents, sinó que és molt més recomanable ajustar-la al consum de l'usuari.

A nivell tècnic, la principal restricció per a acollir-se al balanç net és que la instal·lació fotovoltaica no sigui superior a 15 kW.

El 2018, Eric Wiebes, el ministre d'afers econòmics i canvi climàtic, va anunciar la intenció de canviar el sistema de retribució dels habitatges i comerços per un sistema de retribució d'excedents semblant a l'alemany i espanyol.

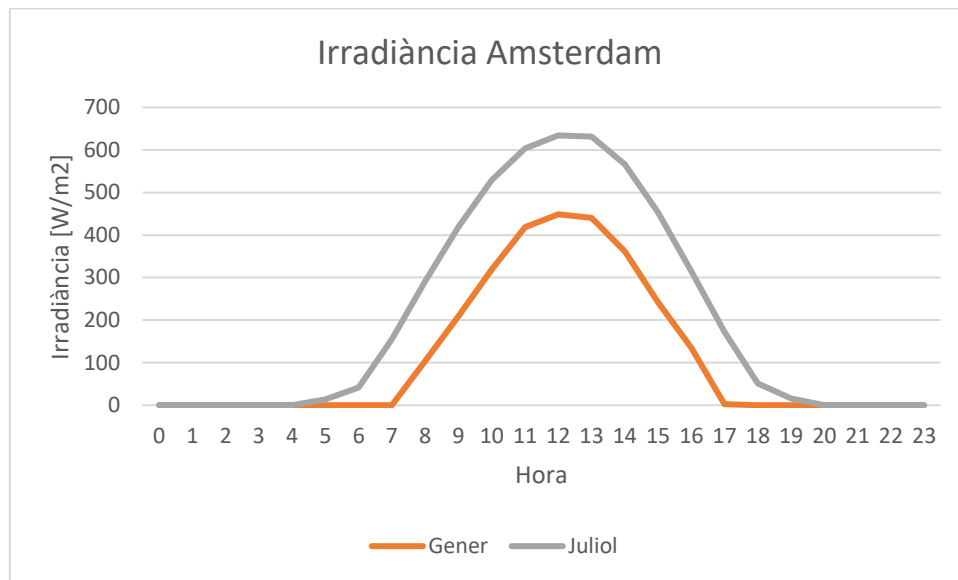
També va assegurar que el període de retorn seria d'aproximadament set anys, i que aquestes instal·lacions estarien exemptes de pagar peatges d'accés i impostos per finançar els programes d'energies renovables. Un altre dels punts importants és la intenció de posar un límit a la potència injectada a la xarxa.

Tot i que des del govern ja s'ha comunicat la intenció que aquest canvi sigui el més suau possible, alguns experts no veuen tant clara aquesta transició ja que no saben com poden reaccionar els usuaris i com serà la seva adaptació.

5.2. Cas pràctic

Per al cas pràctic dels Països Baixos, moltes de les dades seran les mateixes que en el cas espanyol, com per exemple les corbes de consums o els diferents elements de l'equip fotovoltaic. Però d'altres com la irradiància o el model de retribució ja comentat seran els corresponents a aquest país.

La irradiància utilitzada serà la de la ciutat d'Amsterdam i en els següents gràfics es podrà veure com aquesta irradiància serà inferior que en el cas espanyol. Cal comentar que aquesta irradiància és amb una inclinació de 40º, cinc graus més que en el cas espanyol.



Il·lustració 24. Irradiància a Amsterdam. Font: PVGIS [12]

Aquesta reducció de la irradiància suposarà un augment del total de plaques utilitzades en cada cas que es definirà en cada un dels casos corresponents.

És important comentar un altre dels principals canvis respecte l'exemple anterior, la factura elèctrica, ja que té una estructura i uns costos totalment diferents a l'espanyola. A continuació és mostrarà un exemple per a comentar-ne els diferents aspectes importants.

Detailed cost overview electricity

Supply costs		€ 594.69
Variabele leveringskosten	€ 0.05748 x 5,200 kWh	€ 298.87
Overheidsheffingen	€ 0.15129 x 5,200 kWh	€ 786.69
Vaste leveringskosten		€ 36.30
Vermindering energiebelasting		€ -527.17
Network costs (Liander)		€ 256.68
Jaarlijkse aansluitkosten		€ 23.83
Jaarlijkse transportkosten		€ 21.79
Capaciteitsafhankelijk transporttarief		€ 174.67
Jaarlijkse meterhuur		€ 36.40
Costs electricity		€ 851.37

Il·lustració 25. Exemple de tarifa elèctrica als Països Baixos. Font: PRICEWISE [16]

Aquesta factura està extreta de la pàgina PRICEWISE [16], que serveix per a comparar diferents comercialitzadores, i segons els consums dels nostres usuaris, recomana la comercialitzadora FENOR.

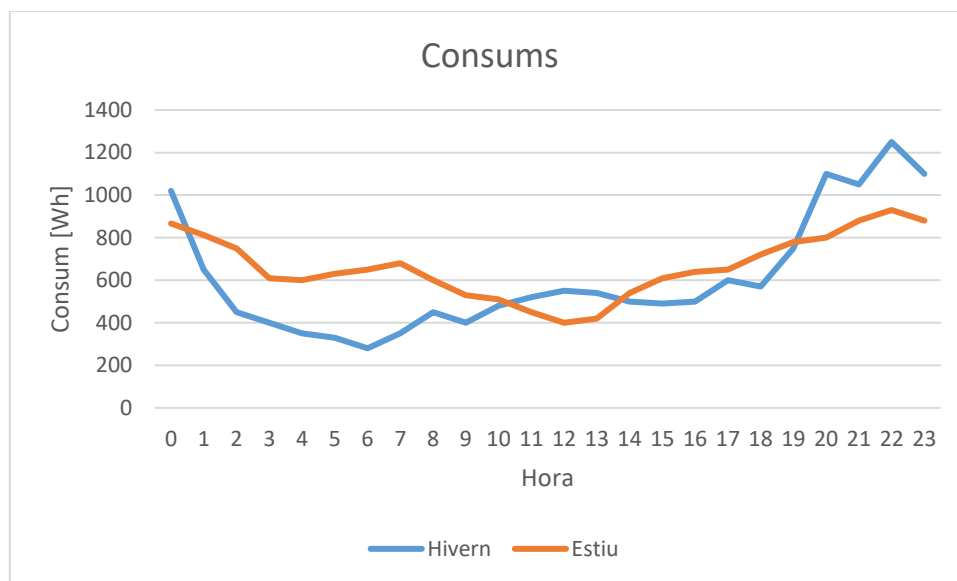
A primera vista la factura es divideix en dos grans costs. El primer està referit als costs de subministrament (Supply costs) i el segon es defineix com els costs de la xarxa (Network costs).

Dins dels costs de subministrament es pot apreciar que els dos primers costs són els únics que depenen de l'energia consumida, i són els que sumats, defineixen el preu de l'electricitat, la primera part d'aquests és el benefici de la comercialitzadora, mentre que la segona part té com a beneficiari el govern, és a dir, que es podrien classificar com a impostos. El següent és un cost fix definit per la comercialitzadora que augmentarà de 36,30€ a 75€ si disposem de generació fotovoltaica pròpia. Finalment, un dels punts més destacables d'aquesta factura és l'estalvi de l'impost de l'energia verda, el qual es descompta de la factura per consumir energia d'origen renovable. Aquest és un valor determinat per la comercialitzadora, ja que aquest impost per als quatre usuaris seria lleugerament inferior al preu que es descompta de la tarifa.

Els costos de la xarxa seran uns costos fixos per a tots els usuaris d'aquest treball, tot i que si hi ha canvis significatius en el consum aquest cos pot variar, s'ha comprovat que per al consum dels casos que es mostraran en aquest treball, aquest cost serà el mateix per a tots. Per ordre, aquests costos s'atribueixen a la connexió, el transport, capacitat i lloguer de comptadors. El nom Liander que apareix al costat dels costos de la xarxa fa referència a l'empresa encarregada de la distribució.

5.2.1. Cas individual

Com ja s'ha comentat, els consums seran els mateixos que en el cas espanyol i també es farà la mitjana entre els dos per a tenir el consum mig anual.



Il·lustració 26. Consums mitjans diaris d'hivern i estiu

Com ja s'ha mostrat, la irradiància als Països Baixos és diferent que a Espanya, i al ser inferior s'ha decidit augmentar el conjunt de plaques fins a un total de sis. En la següent taula es mostra el resultat de la simulació per al cas en el que s'està treballant.

Taula 24. Taula resum balanç energètic. Font: Elaboració pròpia

	K0		
	Wh/dia	kWh/dia	kWh/any
Consum inicial	15309,50	15,31	5587,97
Consum després FV	10604,66	10,60	3870,70
Excedents	2570,64	2,57	938,29
Consum final	8034,02	8,03	2932,42

El consum inicial serà el consum de l'habitatge sense cap mena de generació fotovoltaica, la segona fila correspon al consum que no pot suplir la fotovoltaica de forma instantània. I si d'aquest consum es resten els excedents aplicant així el balanç net, queda el consum final un cop aplicada la fotovoltaica i el balanç net, que serà el consum de la factura final.

5.2.1.1. Tarifes elèctriques

Un cop obtingudes aquestes dades, ja podem passar a calcular la factura abans i després d'aplicar la fotovoltaica i el balanç net per a poder veure l'estalvi obtingut.

Taula 25. Tarifa elèctrica sense fotovoltaica. Font: Elaboració pròpia

COST FIX SENSE FV		
COST SUBMINISTRAMENT		€/any
Cost entrega energia	0,05748 €/kWh * 5587,97 kWh	321,20
Tributs	0,15129 €/kWh * 5587,97 kWh	845,40
Cost fix		36,30
Estalvi Impost E.V.		-527,17
Subtotal		675,73
COST XARXA		€/any
Connexió		23,83
Transport		21,79
Capacitat		174,67
Lloguer comptador		36,40
Subtotal		256,69
TOTAL		932,42

Taula 26. Tarifa elèctrica amb fotovoltaica. Font: Elaboració pròpia

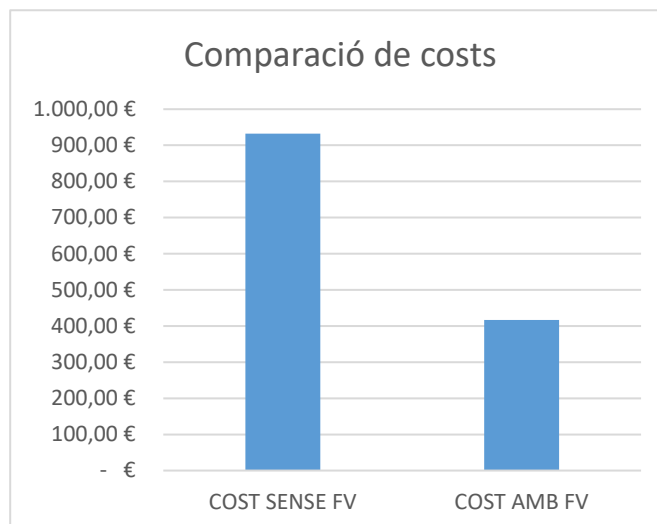
COST FIX AMB FV		
COST SUBMINISTRAMENT		€/any
Cost entrega energia	0,05748 €/kWh * 2932,42 kWh	168,56
Tributs	0,15129 €/kWh * 2932,42 kWh	443,65
Cost fix		75,00
Estalvi Impost E.V.		-527,17
Subtotal		160,03
COST XARXA		€/any
Connexió		23,83
Transport		21,79
Capacitat		174,67
Lloguer comptador		36,40
Subtotal		256,69
TOTAL		416,72

5.2.1.2. Comparació i comentari

En la següent taula es pot veure els resultats obtinguts de l'aplicació del balanç net així com l'estalvi total i percentual respecte una tarifa sense generació fotovoltaica. També apareix un gràfic per a veure de forma més clara l'estalvi generat.

Taula 27. Taula resum costs. Font: Elaboració pròpia

	K0
COST SENSE FV	932,42 €
COST AMB FV	416,72 €
ESTALVI [€]	515,70 €
ESTALVI [%]	55,31%



Il·lustració 27. Comparació de costs. Font: Elaboració pròpia

En aquest cas, és evident que l'estalvi és més del doble que en el cas espanyol, això és degut bàsicament al balanç net, ja que seria el mateix que vendre els excedents al preu que es compra l'electricitat, i a Espanya els excedents es venen a un preu que és aproximadament un terç del preu al que es compra l'energia.

5.2.1.3. Pressupost i temps de retorn

Per aquesta instal·lació s'utilitzarà el mateix equip que per al cas espanyol, amb l'única diferència que augmentaran les unitats d'alguns elements com ja s'ha comentat anteriorment. L'únic element que s'haurà de canviar seran els suports ja que estava pensat per a quatre plaques, i en el seu lloc, s'utilitzaran dos suports KH915 per a tres panells.

Taula 28. Pressupost instal·lació individual. Font: Elaboració pròpia

Element	Cost unitari [€]	Unitats	Total [€]
Plaques solars	155,28	6,00	931,68
Suport	78,11	2,00	156,22
Inversor	895,16	1,00	895,16
Energy meter	248,05	1,00	248,05
Connectors MC4	6,78	6,00	40,68
Cablejat	1,20	40,00	48,00
Transport i instal·lació	955,00	1,00	955,00
Enginyeria	10,00 €/h	16,00	160,00
TOTAL			3434,79

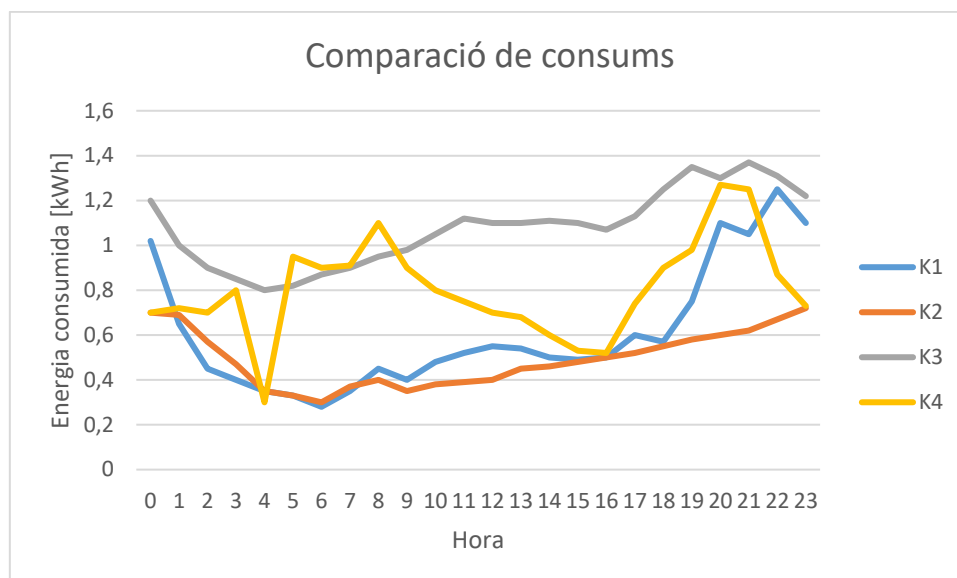
El període de retorn d'aquesta instal·lació serà:

$$\textbf{Període retorn} = \frac{\textit{Inversió} + \textit{Cost manteniment}}{12 * \textit{Estalvi mensual}} = \frac{3434,79 + 75 * 20}{515,70} = \textbf{9,57 anys}$$

Com era previsible, el període de retorn és molt inferior al cas individual espanyol, ja que tot i que el pressupost sigui una mica més elevat, l'estalvi és tant superior que fa que el període de retorn sigui cinc anys inferior.

5.2.2. Cas col·lectiu

Per al cas col·lectiu, es tornaran a aprofitar els consums del cas espanyol, mostrant en el següent gràfic les mitjanes dels consums d'hivern i estiu dels quatre habitatges.



Il·lustració 28. Comparació de consums. Font: Elaboració pròpia

Com en el cas individual, com que la irradiància és inferior a la que tenim a Espanya, el total de plaques s'ha augmentat fins a vint-i-cinc. El repartiment d'energia també s'ha extret del cas espanyol, obtenint els següents resultats.

Taula 29. β per a cada usuari. Font: Elaboració pròpia

	E diària [kWh]	β
K1	14,68	0,20
K2	11,85	0,17
K3	25,85	0,36
K4	19,30	0,27
TOTAL	71,68	1,00

I a partir d'aquestes dades s'ha efectuat la simulació del balanç energètic per a cada client, els resultats obtinguts es mostren en les següents taules.

Taula 30. Taula resum balanç energètic K1. Font: Elaboració pròpia

K1			
	Wh/dia	kWh/dia	kWh/any
Consum inicial	15309,50	15,31	5587,97
Consum després FV	10883,77	10,88	3972,58
Excedents	1637,18	1,64	597,57
Consum final	9246,60	9,25	3375,01

Taula 31. Taula resum balanç energètic K2. Font: Elaboració pròpia

K2			
	Wh/dia	kWh/dia	kWh/any
Consum inicial	10961,25	10,96	4000,86
Consum després FV	7524,29	7,52	2746,37
Excedents	1716,51	1,72	626,52
Consum final	5807,78	5,81	2119,84

Taula 32. Taula resum balanç energètic K3. Font: Elaboració pròpia

K3			
	Wh/dia	kWh/dia	kWh/any
Consum inicial	23911,25	23,91	8727,61
Consum després FV	15552,55	15,55	5676,68
Excedents	2554,52	2,55	932,40
Consum final	12998,02	13,00	4744,28

Taula 33. Taula resum balanç energètic K4. Font: Elaboració pròpia

K4			
	Wh/dia	kWh/dia	kWh/any
Consum inicial	17852,50	17,85	6516,16
Consum després FV	12263,74	12,26	4476,26
Excedents	2596,16	2,60	947,60
Consum final	9667,58	9,67	3528,67

5.2.2.1. Tarifes elèctriques

Un cop hem obtingut les dades necessàries, es procedeix a efectuar el càlcul de les tarifes elèctriques per a cada usuari abans i després d'aplicar-ne la instal·lació fotovoltaica i el balanç net.

K1

Taula 34. Tarifa elèctrica sense fotovoltaica K1. Font: Elaboració pròpia

COST FIX SENSE FV		
COST SUBMINISTRAMENT		€/any
Cost entrega energia	0,05748 €/kWh * 5587,97 kWh	321,20
Tributs	0,15129 €/kWh * 5587,97 kWh	845,40
Cost fix		36,30
Estalvi Impost E.V.		-527,17
Subtotal		675,73
COST XARXA		€/any
Connexió		23,83
Transport		21,79
Capacitat		174,67
Lloguer comptador		36,40
Subtotal		256,69
TOTAL		932,42

Taula 35. Tarifa elèctrica amb fotovoltaica K1. Font: Elaboració pròpia

COST FIX AMB FV		
COST SUBMINISTRAMENT		€/any
Cost entrega energia	0,05748 €/kWh * 2932,42 kWh	194,00
Tributs	0,15129 €/kWh * 2932,42 kWh	510,60
Cost fix		75,00
Estalvi Impost E.V.		-527,17
Subtotal		252,43
COST XARXA		€/any
Connexió		23,83
Transport		21,79
Capacitat		174,67
Lloguer comptador		36,40
Subtotal		256,69
TOTAL		509,12

K2

Taula 36. Tarifa elèctrica sense fotovoltaica K2. Font: Elaboració pròpia

COST SENSE FV		
COST SUBMINISTRAMENT		€/any
Cost entrega energia	0,05748 €/kWh * 4000,86 kWh	229,97
Tributs	0,15129 €/kWh * 4000,86 kWh	605,29
Cost fix		36,30
Estalvi Impost E.V.		-527,17
Subtotal		344,39
COST XARXA		€/any
Connexió		23,83
Transport		21,79
Capacitat		174,67
Lloguer comptador		36,40
Subtotal		256,69
TOTAL		601,08

Taula 37. Tarifa elèctrica amb fotovoltaica K2. Font: Elaboració pròpia

COST AMB FV		
COST SUBMINISTRAMENT		€/any
Cost entrega energia	0,05748 €/kWh * 2119,84 kWh	121,85
Tributs	0,15129 €/kWh * 2119,84 kWh	320,71
Cost fix		75,00
Estalvi Impost E.V.		-527,17
Subtotal		-9,61
COST XARXA		€/any
Connexió		23,83
Transport		21,79
Capacitat		174,67
Lloguer comptador		36,40
Subtotal		256,69
TOTAL		247,08

K3

Taula 38. Tarifa elèctrica sense fotovoltaica K3. Font: Elaboració pròpia

COST FIX SENSE FV		
COST SUBMINISTRAMENT		€/any
Cost entrega energia	0,05748 €/kWh * 8727,61 kWh	501,66
Tributs	0,15129 €/kWh * 8727,61 kWh	1320,40
Cost fix		36,30
Estalvi Impost E.V.		-527,17
Subtotal		1331,19
COST XARXA		€/any
Connexió		23,83
Transport		21,79
Capacitat		174,67
Lloguer comptador		36,40
Subtotal		256,69
TOTAL		1587,88

Taula 39. Tarifa elèctrica amb fotovoltaica K3. Font: Elaboració pròpia

COST FIX AMB FV		
COST SUBMINISTRAMENT		€/any
Cost entrega energia	0,05748 €/kWh * 4744,28 kWh	272,70
Tributs	0,15129 €/kWh * 4744,28 kWh	717,76
Cost fix		75,00
Estalvi Impost E.V.		-527,17
Subtotal		538,29
COST XARXA		€/any
Connexió		23,83
Transport		21,79
Capacitat		174,67
Lloguer comptador		36,40
Subtotal		256,69
TOTAL		794,98

K4

Taula 40. Tarifa elèctrica sense fotovoltaica K4. Font: Elaboració pròpia

COST FIX SENSE FV		
COST SUBMINISTRAMENT		€/any
Cost entrega energia	0,05748 €/kWh * 6516,16 kWh	374,55
Tributs	0,15129 €/kWh * 6516,16 kWh	985,83
Cost fix		36,30
Estalvi Impost E.V.		-527,17
Subtotal		869,51
COST XARXA		€/any
Connexió		23,83
Transport		21,79
Capacitat		174,67
Lloguer comptador		36,40
Subtotal		256,69
TOTAL		1126,20

Taula 41. Tarifa elèctrica amb fotovoltaica K4. Font: Elaboració pròpia

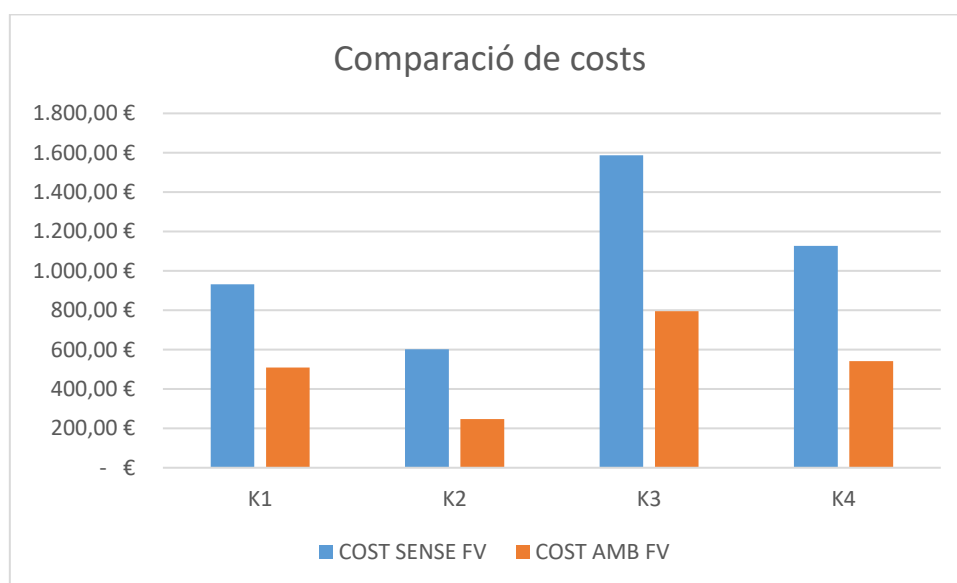
COST FIX AMB FV		
COST SUBMINISTRAMENT		€/any
Cost entrega energia	0,05748 €/kWh * 3528,67 kWh	202,83
Tributs	0,15129 €/kWh * 3528,67 kWh	533,85
Cost fix		75,00
Estalvi Impost E.V.		-527,17
Subtotal		284,51
COST XARXA		€/any
Connexió		23,83
Transport		21,79
Capacitat		174,67
Lloguer comptador		36,40
Subtotal		256,69
TOTAL		541,20

5.2.2.2. Comparació i comentari

En la següent taula acompanyada d'un gràfic, es pot veure els estalvis de cada usuari en euros i en tant per cent, per a facilitar la comparació entre els diferents habitatges així com amb el cas espanyol.

Taula 42. Taula resum estalvis. Font: Elaboració pròpia

	K1	K2	K3	K4	MITJANA	TOTAL
COST SENSE FV	932,42 €	601,08 €	1.587,88 €	1.126,20 €	1.061,90 €	4.247,58 €
COST AMB FV	509,12 €	247,08 €	794,98 €	541,20 €	523,10 €	2.092,38 €
ESTALVI [€]	423,30 €	354,00 €	792,90 €	585,00 €	538,80 €	2.155,20 €
ESTALVI [%]	45,40%	58,89%	49,93%	51,94%	51,54%	



Il·lustració 29. Comparació de costos. Font: Elaboració pròpia

Per entrar en context, l'estalvi percentual mig del cas col·lectiu espanyol és del 34,98%, mentre que en aquest cas és del 51,54%. A nivell total, l'estalvi anual en aquest cas és aproximadament 200 € superiors al mateix cas a Espanya.

Tot i que a primera vista si ens fixem en l'estalvi mensual no sembla una gran diferència, s'ha de tenir present que aquesta és una inversió per als següents vint anys mínim, la qual cosa fa que s'hagi de tenir una visió de molt més llarg termini que simplement a un mes o a un any.

5.2.2.3. Pressupost i temps de retorn

Taula 43. Pressupost cas col·lectiu. Font: Elaboració pròpia

Element	Cost unitari [€]	Unitats	Total [€]
Plaques solars	155,28	25,00	3882,00
Suports	105,60	25,00	2640,00
Inversor	895,16	6,00	5370,96
Energy meter	248,05	5,00	1240,25
Conectors MC4	6,78	25,00	169,50
Cablejat	1,20	200,00	240,00
Transport i instal·lació	1625,00	1,00	1625,00
Enginyers	10,00 €/h	40,00	400,00
TOTAL			15567,71

I es calcularà el període de retorn amb la fórmula següent:

$$\text{Període retorn} = \frac{\text{Inversió} + \text{Cost manteniment}}{12 * \text{Estalvi mensual}} = \frac{15567,25 + 150 * 20}{2155,20} = \mathbf{8,61 \text{ anys}}$$

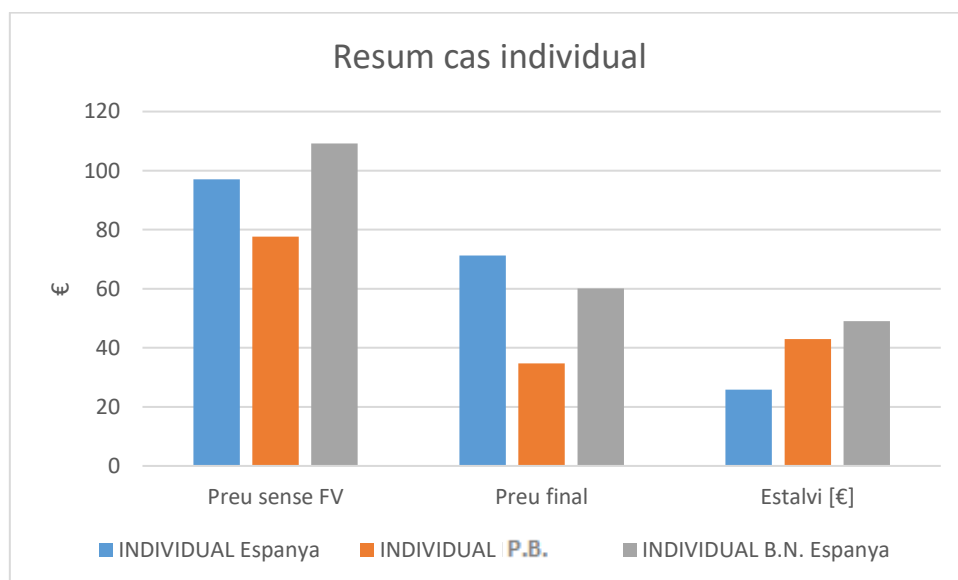
Com es pot apreciar, el pressupost i l'estalvi han augmentat de forma bastant semblant, deixant el període de retorn pràcticament igual que en el cas espanyol, això significa, que tot i que s'ha intentat compensar la falta d'irradiància amb més plaques, no ha sigut suficient per a generar la mateixa energia, ja que el cas dels Països Baixos és sempre més favorable. I si s'observa la simulació feta amb Excel, es pot comprovar aquesta hipòtesi.

6. Comparació dels casos

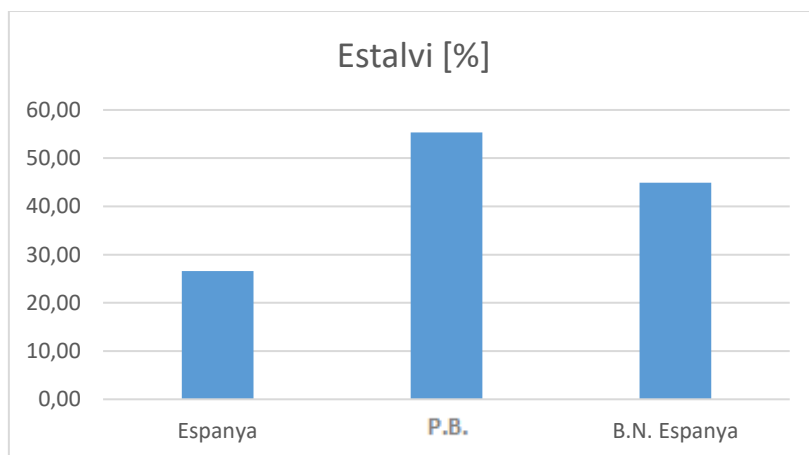
En aquest apartat es mostraran els resultats dels dos casos comentats en l'estudi de forma conjunta, a més a més, s'hi afegiran els resultats de la simulació aplicant el balanç net al cas espanyol, per extreure'n unes conclusions que tancaran el projecte. Cal comentar que per a la simulació del balanç net a Espanya, s'ha utilitzat un contracte sense discriminació horària.

Taula 44. Comparació costs cas individual. Font: Elaboració pròpia

RESUM MENSUAL INDIVIDUAL			
	Espanya	Països Baixos	B.N. Espanya
Preu sense FV [€]	97,01	77,70	109,19
Preu final [€]	71,21	34,73	60,14
Estalvi [€]	25,80	42,97	49,05
Estalvi [%]	26,60	55,30	44,92



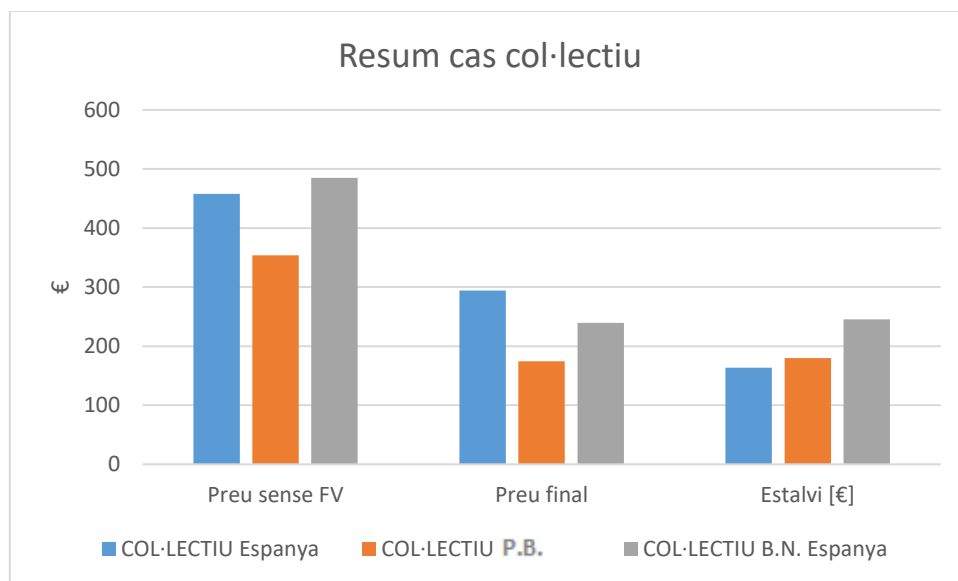
Il·lustració 30. Gràfic costs cas individual. Font: Elaboració pròpia



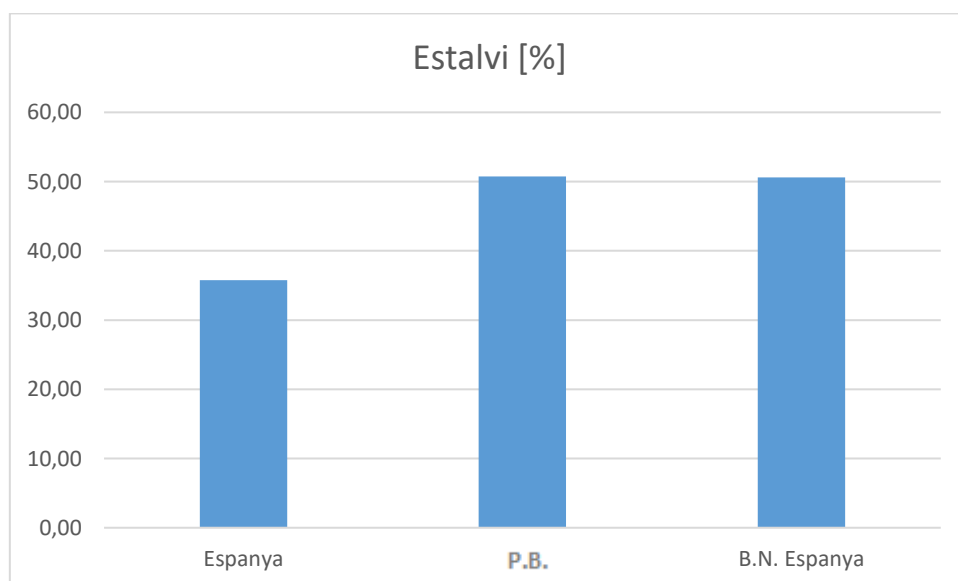
Il·lustració 31. Gràfic estalvis [%] cas individual. Font: Elaboració pròpia

Taula 45. Comparació costs cas col·lectiu. Font: Elaboració pròpia

RESUM MENSUAL COL·LECTIU			
	Espanya	Països Baixos	B.N. Espanya
Preu sense FV [€]	457,84	353,96	484,87
Preu final [€]	294,00	174,36	239,61
Estalvi [€]	163,79	179,60	245,26
Estalvi [%]	35,77	50,74	50,58



Il·lustració 32. Gràfic costs cas individual. Font: Elaboració pròpia



Il·lustració 33. Gràfic estalvis [%] cas col·lectiu. Font: Elaboració pròpia

Conclusions

Un cop analitzades les dues legislacions i calculats els diferents estalvis per als usuaris, es poden extreure varies conclusions referents a les diverses polítiques d'autoconsum a la Unió Europea.

Per començar, en el cas espanyol és molt rellevant el salt qualitatiu que ha donat gràcies al RD 244/2019, que ha permès obrir les portes de nou a l'autoconsum regulant l'autoconsum individual i sobretot el col·lectiu, així com la venda d'excedents a la xarxa. Tot això sens dubte són factors molt beneficiosos per a tothom, des dels petits consumidors fins a les grans empreses.

A nivell econòmic, tot i el gran cost inicial que suposa, que sempre ha sigut un dels grans desavantatges de les energies renovables, s'ha pogut demostrar que és una inversió rentable tot i que tingui un període de retorn elevat. La retribució d'excedents ha ajudat a reduir aquest període de retorn, augmentant així la viabilitat d'aquestes instal·lacions, aquest és un dels punts claus de la nova legislació per a impulsar l'autoconsum.

En el cas dels Països Baixos en són destacables varis factors els quals fan que aquest sigui un país capdavanter en aquest sector. El més rellevant és l'exempció del pagament de l'impost per promoure les energies renovables, ja que deixant de banda que és una gran forma de promoure l'ús d'energies renovables, significa un estalvi molt important per als usuaris.

Un altre factor que diferencia els Països Baixos d'Espanya i és un dels motius per el qual s'ha escollit aquest país, és el model de retribució d'excedents. Ja que en el balanç net l'energia s'estaria venent a la xarxa al mateix preu al que es compra. En canvi, en el cas espanyol, aquesta energia es ven a un preu molt inferior al que es compra. I tot i que els Països Baixos no sigui un dels països amb més llum solar, la mateixa instal·lació que a Espanya però aplicant el balanç net, tindrà un estalvi molt més elevat. Conseqüentment, un període de retorn inferior que permetrà atraure a nous inversors tant a petita com a gran escala. Com s'ha pogut apreciar en l'apartat anterior, el balanç net a Espanya duplicaria l'estalvi actual i seria molt semblant al dels Països Baixos.

En conclusió, el RD 244/2019 és un gran progrés i mostra la voluntat d'un canvi cap a un futur renovable i sostenible, però s'ha de seguir ajudant i incentivant als consumidors, com és el cas dels Països Baixos, per a que aquesta transició energètica sigui efectiva.

Bibliografia

- [1] Espanya. Reial Decret 1663/2000, del 29 de setembre, sobre connexió d'instal·lacions fotovoltaïques a la xarxa de baixa tensió. Butlletí Oficial de l'Estat 30 de desembre de 2000, núm 235, pp. 33511 a 33515. [En línia] (Consultat setembre 2019) Disponible a: <https://boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2000-17599>
- [2] Espanya. Reial Decret 436/2004, del 12 de març, pel que s'estableix la metodologia per a l'actualització i sistematització del règim jurídic i econòmic de l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial. Butlletí Oficial de l'Estat 27 de març de 2004, núm 75, pp. 13217 a 13238. [En línia] (Consultat setembre 2019) Disponible a: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2004-5562>
- [3] Espanya. Reial Decret 661/2007, del 25 de maig, per el que es regula l'activitat de producció d'energia elèctrica en règim especial. Butlletí Oficial de l'Estat 26 de maig de 2007, núm 126. [En línia] (Consultat setembre 2019) Disponible a: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-10556>
- [4] Red Eléctrica de España. [En línia] (Consultat setembre 2019) Disponible a: <https://www.ree.es/en>
- [5] Espanya. Reial Decret 1578/2008, del 26 de setembre, de retribució de l'activitat de producció d'energia elèctrica mitjançant tecnologia solar fotovoltaica per a instal·lacions posteriors a la data límit de manteniment de la retribució del RD 661/2007, de 25 de maig, per a aquesta tecnologia. Butlletí Oficial de l'Estat 27 de setembre de 2008, núm 234, pp. 39117 a 39125. [En línia] (Consultat setembre 2019) Disponible a: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2008-15595>
- [6] Espanya. Reial Decret 1699/2011, del 18 de novembre, per el que es regula la connexió a xarxa d'instal·lacions de producció d'energia elèctrica de petita potència. Butlletí Oficial de l'Estat 8 de desembre de 2011, núm 295, pp. 130033 a 130064. [En línia] (Consultat setembre 2019) Disponible a: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2011-19242>
- [7] Espanya. Llei 24/2013, del 26 de desembre, del Sector Elèctric. Butlletí Oficial de l'Estat 27 de desembre de 2013, núm 310. [En línia] (Consultat setembre 2019) Disponible a: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-13645>
- [8] Espanya. Reial Decret 900/2015, del 9 d'octubre, per el que es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de les modalitats de subministre d'energia elèctrica amb autoconsum i de producció d'autoconsum. Butlletí Oficial de l'Estat 10 d'octubre de 2015, núm 243, pp. 94874 a 94917. [En línia] (Consultat setembre 2019) Disponible a: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2015-10927
- [9] Espanya. Reial Decret 244/2019, del 6 d'abril, per el que es regulen les condicions administratives, tècniques i econòmiques de l'autoconsum d'energia elèctrica. Butlletí Oficial de l'Estat 6 d'abril de 2019, núm 83, pp. 35674 a 35719. [En línia] (Consultat setembre 2019) Disponible a: https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-5089
- [10] Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía. IDAE. [En línia] (Consultat setembre 2019) Disponible a: <https://www.idae.es/>

- [11] SomEnergia. Tarifes electricitat. [En línia] (Consultat octubre 2019) Disponible a: <https://www.somenergia.coop/ca/tarifes-d-electricitat/>
- [12] European Commission. *Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)*. [En línia] (Consultat octubre 2019) Disponible a: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html#MR
- [13] Autosolar Energy Solutions S.L.U. Autosolar | La Tienda de la Energía Solar. [En línia] (Consultat octubre 2019) Disponible a: <https://autosolar.es/>
- [14] Bancourt, Pierre. European Renewable Energies Federation (EREF). Concepts and barriers. Brussel·les, juliol del 2018. [En línia] (Consultat desembre 2019) Disponible a: https://www.pvp4grid.eu/wp-content/uploads/2018/08/PVP4Grid_D2.4_Summary-in-English_Concepts-Report_final.pdf
- [15] Bellini, Emiliano. PV Magazine. Netherlands to replace net metering with new scheme for residential, commercial PV. [En línia] (Consultat desembre 2019) Disponible a: <https://www.pv-magazine.com/2018/06/18/netherlands-to-replace-net-metering-with-new-scheme-for-residential-commercial-pv/>
- [16] Pricewise. Compare Electricity Prices. [En línia] (Consultat desembre 2019) Disponible a: <https://www.pricewise.nl/en/compare-energy/>

Annexos



KEY FEATURES



Maximize limited space
Maximum power output 330W



Excellent Anti-PID performance
2 times of industry standard Anti-PID test by TUV Rheinland



Highly reliable due to stringent quality control
In-house testing goes well beyond certification requirements



Certified to withstand the most challenging environmental conditions
2400 Pa wind load · 5400 Pa snow load · 25 mm hail stones at 82 km/h



IP68 junction box
The highest waterproof level



Lower temperature coefficients
Enhance power generation

SYSTEM & PRODUCT CERTIFICATES

- ♦ IEC 61215 / IEC 61730 / UL 1703
- ♦ ISO 9001 : 2008 Quality Management System
- ♦ ISO 14001 : 2004 Environment Management System
- ♦ OHSAS 18001 : 2007 Occupational Health and Safety Management System



QUALITY WARRANTY

TALESUN guarantees that defects will not appear in materials and workmanship defined by IEC61215, IEC61730 or UL1703 under normal installation, use and maintenance as specified in Talesun's installation manual for 10 years from the warranty starting date.



ABOUT TALESUN SOLAR

TALESUN Solar is one of the world's largest integrated clean energy providers with 4 GW cell and 5 GW module production capacity globally. Its standard and high-efficiency product offerings are among the most powerful and cost-effective in the industry. Talesun Solar is committed to provide customers with customized, systematized and trustworthy turnkey solutions. Till now, Talesun Solar has accumulatively shipped more than 10 GW modules globally.

PERFORMANCE WARRANTY

Polycrystalline Solar Module

10 years
Quality warranty

25 years
Power output guarantee



TALESUN



Web: www.talesun.com
Tel: +86 430 980 1006
Add: 3017 Talesun Road, Huaping, Changsha, P.R. China



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est

ELECTRICAL PARAMETERS

Performance at STC (Power Tolerances 0 – +3%)

Maximum Power (P _{max} /W)	320	325	330
Operating Voltage (V _{mpp} /V)	37.1	37.4	37.7
Operating Current (I _{mp} /A)	8.63	8.70	8.76
Open-Circuit Voltage (V _{oc} /V)	46.5	46.7	46.9
Short-Circuit Current (I _{sc} /A)	9.19	9.22	9.27
Module Efficiency η_m (%)	19.5	19.7	17.0

Performance at NOCT

Maximum Power (P _{max} /W)	289	240	243
Operating Voltage (V _{mpp} /V)	34.1	34.4	34.6
Operating Current (I _{mp} /A)	8.92	8.68	7.04
Open-Circuit Voltage (V _{oc} /V)	42.0	42.2	42.3
Short-Circuit Current (I _{sc} /A)	7.42	7.48	7.81

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25° C, Air Mass AM1.5 NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 25° C, Wind Speed 1m/s

MECHANICAL SPECIFICATION

Cell Type	Poly
Cell Dimensions	188.75*188.75mm(8inch)
Cell Arrangement	72(6*12)
Weight	22kg(48.5lbs)
Module Dimensions	1960*992*40mm(77.17*39.08*1.58inch)
Cable Length	1200mm(47.24inch)
Cable Cross Section Size	4mm ² (0.009sq.in)
Front Glass	3.2mm High Transmission, Tempered Glass
No. of Bypass Diodes	3/6
Packing Configuration (1)	30pcs/Pallet, 720pcs/40hq
Packing Configuration (2)	30pcs+5pcs/Pallet, 780pcs/40hq
Frame	Anodized Aluminum Alloy
Junction Box	IP65

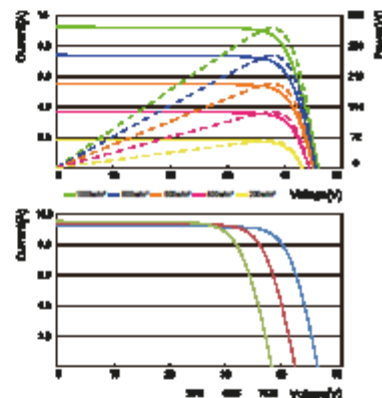
OPERATING CONDITIONS

Maximum System Voltage	1000V(DC)(IEC)/1600V(DC)(IEC)
Operating Temp	-40°C~+85°C
Maximum Series Fuse	15A
Static Loading	6400Pa
Conductivity at Ground	≤ 0.1Ω
Safety Class	II
Resistance	≥ 100MΩ
Connector	MC4 Compatible

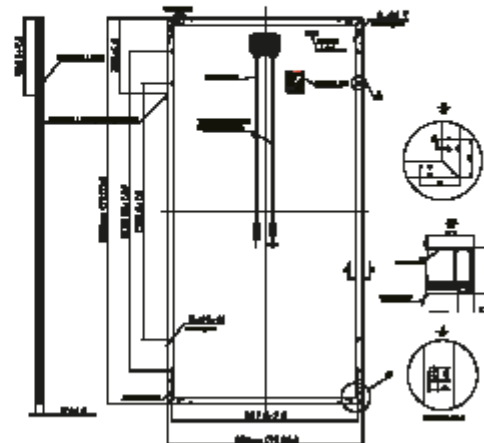
TEMPERATURE COEFFICIENT

Temperature Coefficient P _{max}	-0.40%/°C
Temperature Coefficient V _{oc}	-0.31%/°C
Temperature Coefficient I _{sc}	+0.06%/°C
NOCT	45±2°C

I-V CURVE



TECHNICAL DRAWINGS



The specifications and/or values described in this document may deviate slightly without announcement. Due to ongoing innovation, TALESUN reserves the right to change specifications and/or values without notice. The information contained herein is for reference only and does not constitute a contract. The information is provided for your reference only and does not constitute a contract. The information is provided for your reference only and does not constitute a contract.

TALESUN



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est



Inversor monofásico, Optimizador de energía

con tecnología compacta

Inversores: SE1000M, SE1500M, SE2000M

Optimizador de energía: M2640



INVERSOR MONOFÁSICO, OPTIMIZADOR DE ENERGÍA

Solución económica para sistemas residenciales de 4-8 módulos

- Ideal para hogares con espacio limitado en el tejado
- Optimizador e inversor diseñados para trabajar exclusivamente uno con el otro. Se solicitan con un único número de artículo y se entregan conjuntamente
- Extremadamente compactos, ligeros y fáciles de instalar
- Cada una de las cuatro entradas del optimizador de energía es compatible con uno o dos módulos de 60 células
- Inversor con grado de protección IP65, adecuado para instalación en interiores y exteriores
- Comunicación opcional para minimizar el coste del equipo

www.solaredge.com



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est



Inversor monofásico, Optimizador de energía con tecnología compacta

Inversores: SE1000M, SE1500M, SE2000M, Optimizador de energía: M2640

ESPECIFICACIONES DE LOS INVERSORES:

	SE1000M	SE1500M	SE2000M	
SALIDA				
Maxima potencia de salida CA	1000	1500	2000	VA
Tension de salida CA (nominal)	230	230	230	Vac
Frecuencia CA (nominal)	50 ± 5	50 ± 5	50 ± 5	Hz
Corriente maxima de salida continua	5	7	9,5	A
ENTRADA				
Maxima potencia de CC	1320	2025	2640	W
sin transformador, sin puesta a tierra	Si	Si	Si	
Tension maxima de entrada	300	300	300	Vdc
Tension de funcionamiento	75-480	75-480	75-480	Vdc
Corriente maxima de entrada	97	97	97	A
Rendimiento europeo ponderado	95,7	96,5	97	%

CARACTERÍSTICAS ADICIONALES

Interfaces de comunicación	Modelo básico: sin interfaces de comunicación Modelo extendido: interfaz RS485, comunicación a plataforma de monitorización SolarEdge via WiFi/Ethernet/ZigBee integrados o telefonía móvil GSM opcional
Gestión inteligente de la energía	Modelo básico: sin gestión inteligente de la energía Modelo extendido: limitación de la exportación, gestión de la energía del hogar

ESPECIFICACIONES PARA LA INSTALACIÓN

Dimensiones (An x Al x Pr)	340 x 238 x 127	mm
Peso	5,23	kg
Refrigeración	Convección natural	
Rango de temperatura de trabajo	-40 a +60	°C
Grado de protección	IP65 - Exteriores e interiores	

⁽¹⁾ Para más información sobre limitación de la potencia, consultar <https://www.solaredge.com/sites/default/files/ie-temperature-limiting-note.pdf>.

ESPECIFICACIONES DEL OPTIMIZADOR DE ENERGÍA:

	M2640 (para módulos de 4-8-60 células)	
Número de entradas	4	
Número de seguidores MPP	4 (1 por entrada)	
Potencia de CC nominal por entrada ⁽¹⁾	660	W
Tension maxima absoluta de entrada por entrada	96	Vdc
(Voc a la temperatura más baja)	12,3 - 80	Vdc
Rango MPPT de operación de entrada	13,1	A
Corriente maxima de cortocircuito por entrada	13,1	A
(Isc)	95,5	%
Rendimiento máximo	95,8	%
Rendimiento europeo	95,8	%

SALIDA DURANTE EL FUNCIONAMIENTO (OPTIMIZADOR DE ENERGÍA CONECTADO AL INVERSOR SOLAREGE EN FUNCIONAMIENTO)

Corriente de salida máxima	10,5	A
Tension maxima de salida	340	Vdc

SALIDA DURANTE STANDBY (OPTIMIZADOR DE ENERGÍA DESCONECTADO DEL INVERSOR SOLAREGE O INVERSOR SOLAREGE APAGADO)

Tension de salida de seguridad por optimizador de energía	4 ± 0,4	Vdc
---	---------	-----

ESPECIFICACIONES PARA LA INSTALACIÓN

Tension maxima permitida del sistema	600	Vdc
Dimensiones (An x La x Al)	145 x 211 x 96	mm
Peso (incluidos cables)	1,5	kg
Conector de entrada	4 x pares conectores MC4	
Conector de salida	1 par de conectores MC4	
Rango de temperatura de trabajo	-40 a +65	°C
Grado de protección	IP68	

⁽¹⁾ Potencia STC nominal del módulo. Módulo con hasta un +5% de tolerancia de potencia permitida.

DISEÑO DEL SISTEMA FV	SE1000M	SE1500M	SE2000M
Número de M2640 por inversor	1	1	1
Maxima potencia de CC del sistema	1350	2025	2640
			W _{cc}



© SolarEdge Technologies, Inc. Reservados todos los derechos. SOLAREGE, el logo de SolarEdge, OPTIMIZED BY SOLAREGE son marcas comerciales o registradas de SolarEdge Technologies, Inc. Cualquier otra marca que se mencione en este documento es propiedad de su correspondiente titular. Fecha: 04/2018/V01/SP EU. Sujeto a cambios sin previo aviso.



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH
Escola d'Enginyeria de Barcelona Est



